

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente  
Mestrado em Engenharia Sanitária

**A DIVULGAÇÃO DO CICLO URBANO DA ÁGUA  
ATRAVÉS DA INTERNET: REALIZAÇÃO DE PROJECTOS  
NO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO**

**Nelson Carlos Marques Alves Correia**

**2007**



**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente  
Mestrado em Engenharia Sanitária

**A DIVULGAÇÃO DO CICLO URBANO DA ÁGUA  
ATRAVÉS DA INTERNET: REALIZAÇÃO DE PROJECTOS  
NO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO**

Por

**Nelson Carlos Marques Alves Correia**

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Nova de Lisboa para obtenção  
do grau de Mestre em Engenharia Sanitária

**Orientador: Professora Doutora Maria Teresa Morais de Oliveira**

**Lisboa  
2007**

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor António Rodrigues, pelas suas orientações na parte inicial do presente estudo;

À Professora Teresa Oliveira, pelas suas orientações sobre a componente pedagógica do presente estudo e pelo empenho demonstrado na sua concretização;

À Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas, nas pessoas do Eng. Maia e Eng. Mourão, pela disponibilidade em fornecer a informação solicitada;

Ao Departamento de Informática da Câmara Municipal de Torres Novas, na pessoa do Eng. Mário Gil, pela colaboração no processo de publicação do *site* da DAS/CMTN na Internet;

À Escola Básica 2,3 Manuel de Figueiredo, por ter permitido a realização das sessões de divulgação do *site* da DAS/CMTN, para alunos e professores, e a realização dos projectos com uma turma do 8º ano;

Às professoras Maria José Lemos e Paula Silva, pela sua participação neste estudo e por terem permitido a realização dos projectos nas suas aulas;

Ao Movimento da Escola Moderna (<http://www.movimentoescolamoderna.pt>), na pessoa do Professor João Bellem, pelo seu modelo de trabalho com os alunos, nomeadamente no âmbito do trabalho de projecto, e pelo seu dinamismo na divulgação e partilha de boas práticas entre professores;

Aos meus colegas Carlos Ferreira e Vítor Pereirinha, pelo apoio na utilização de *software*, indispensável para a construção do *site* da DAS/CMTN;

Ao meu colega João Bettencourt, pela tradução do resumo do presente estudo;

Ao meu irmão Alexandre, pela impressão das capas dos CD;

Ao meu cunhado João, pela impressão das cópias da dissertação de mestrado;

Aos meus pais e sogros, pela ajuda que sempre me disponibilizaram;

À minha esposa Sandra, por me ter acompanhado nesta longa caminhada;

Às minhas filhas Joana Margarida e Maria Beatriz, pela alegria transmitida, que me incentivou a progredir e a concretizar o presente estudo.

## RESUMO

Este estudo foi desenvolvido tendo em conta: a importância do ciclo urbano da água, para a formação de cidadãos mais responsáveis e para a preservação do meio ambiente; a escassa divulgação de informações sobre o ciclo urbano da água, na Internet e na escola; a importância da Internet, como recurso pedagógico, e do trabalho de projecto, como metodologia de ensino/aprendizagem, para a aquisição de conhecimentos e para o desenvolvimento de outras competências essenciais, previstas no currículo nacional do ensino básico.

Foi neste contexto que se tentou responder às seguintes questões: Como é o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas?; Como divulgar o ciclo urbano da água de uma forma atractiva e educativa?; Como aplicar o ciclo urbano da água aos conteúdos do ensino básico?; Como é que os alunos do 3º ciclo do ensino básico reagem à consulta de informação sobre o ciclo urbano da água na Internet?; Que influência exerce a consulta de um *site* sobre o ciclo urbano da água, nas competências desenvolvidas pelos alunos durante o trabalho de projecto?

Partindo destas questões, definiram-se um conjunto de objectivos e realizaram-se as seguintes actividades: Caracterização do ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas; Recolha de recursos educativos em *sites* portugueses relacionados com a água e o seu ciclo urbano; Criação e divulgação de um *site* para a Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas ([www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das)), de modo a disponibilizar na Internet a informação recolhida; Realização de projectos sobre o ciclo urbano da água, por alunos de uma turma do 8º ano, no âmbito das disciplinas de Ciências, e recorrendo à consulta do *site*; Análise das opiniões e das competências dos alunos referidos, de modo a avaliar o *site* e a recolher informações sobre como reagem à consulta de conteúdos sobre o ciclo urbano da água na Internet e ao trabalho de projecto.

Os dados foram recolhidos e analisados de acordo com um estudo de caso. Utilizaram-se os seguintes instrumentos: documentos, inquérito por entrevista, inquérito por questionário e observação participante. A análise dos resultados permitiu chegar às seguintes conclusões: Em 2006, cerca de 98% da população do concelho de Torres Novas tinha acesso a água potável, através dos sistemas de abastecimento de água, enquanto que apenas cerca de 62% da população era servida pelos sistemas de saneamento de águas residuais; O *site* foi muito apreciado pelos alunos e professores, pelo modo como foi construído, pelos seus conteúdos didácticos e atractivos, e pelas informações sobre o ciclo urbano da água; A realização de projectos sobre o ciclo urbano da água, recorrendo à utilização do *site*, foi considerada muito útil pelos alunos, por ajudar a adquirir conhecimentos importantes e a compreender melhor os conteúdos, e por contribuir para o desenvolvimento de competências. Tendo em conta que a maioria dos alunos apresentou muitas dificuldades na realização dos projectos, estes devem ser realizados com mais frequência e em várias disciplinas.

## ABSTRACT

This study was developed taking account of: the importance of the urban cycle of the water, for the formation of the more responsible citizens and the preservation of the environment; the scarce spreading of information about the urban cycle of the water, on the Internet and at school; the importance of the Internet, as pedagogical resource, and the project work, as a teaching/learning educational methodology for the acquisition of knowledge and for the development of other essential competencies, included in the national curriculum of basic education.

It was in this context that we tried to answer to the following questions: How the urban cycle of the water in Torres Novas Council is?; How to divulge the urban cycle of the water in an attractive and educative way?; How to apply the urban cycle of the water to the contents of basic education?; How will the third cycle of basic education students react to the research on the Internet about the urban cycle of the water?; Which influence the research about the urban cycle of water on the Internet exerts in the competencies developed by students during the project work?

Having all these questions on account, we defined a set of aims and realized the following activities: Characterization of the urban cycle of the water in Torres Novas Council; Collecting educative resources in Portuguese sites related to the water and its urban cycle; Creation and spreading of a site for the division of waters and sanitation of the Torres Novas Council ([www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das)), in order to have the collected information available on the Internet; Accomplishment of projects about the urban cycle of the water, for a group of the 8<sup>th</sup> grade science students, and appealing to the consultation of the site; Analysis of the opinions and the competencies of the related students, in order to evaluate the site and the way they reacted to the consultation of the contents about the urban cycle of the water on the Internet and also to the project work.

The data were collected and analyzed in according to the case study. The following instruments were used: documents, inquiries (interview and questionnaire) and participant observation. The analysis of the results allowed us to draw the following conclusions: In 2006, about 98% of the population of Torres Novas Council had access to drinking waters, by the system of water supply, while only about 62% of its population was served by residual water sanitation system; The site was really appreciated by students and teachers, based on the way how it was constructed, its didactic and attractive contents, and for all the information about the urban cycle of the water; The pupils considered the realization of projects about the urban cycle of the water, appealing to the use of the site and very useful, as it helps them to acquire and understand important knowledge and contents that will surely contribute to the development of their competencies. Having in account that the great majority of the students had many difficulties to accomplish these projects, they must more frequently be done and include several subject matters .

## SIGLAS

ACSAD	Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Drylands
ADB	Asian Development Bank
AEA	Agência Europeia do Ambiente
AGU	Arabian Gulf University
AGU	Arabian Gulf University
ANMP	Associação Nacional de Municípios Portugueses
CDIAC	Carbon Dioxide Information Analysis Center
CFQ	Ciências Físico-Químicas
CN	Ciências Naturais
COM	Comissão das Comunidades Europeias
CSADW	Campaign for Safe and Affordable Drinking Water
CSD	Commission on Sustainable Development
DAS/CMTN	Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas
DGAA	Direcção Geral das Autarquias Locais
ECE	Economic Commission for Europe
EEA	European Environment Agency
EPA	United States Environmental Protection Agency
EPAL	Empresa Portuguesa das Águas Livres
ETA	Estação de tratamento de água
ETAR	Estação de tratamento de águas residuais
FAO	Food and Agricultural Organisation
GEE	Cases com efeito de estufa
GEO	Global Environment Outlook
GRID	Global Resource Information Database
IA	Instituto do Ambiente
ICPR	International Commission for the Protection of the Rhine
IFA	International Fertilizer Industry Association
IJC	International Joint Commission
INE	Instituto Nacional de Estatística
INSAAR	Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais
IPAD	Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRAR	Instituto Regulador de Águas e Resíduos

ISA	Instituto Superior de Agronomia
IUCN	World Conservation Union (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources)
JMP	Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MAOT	Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território
MAOTDR	Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional
ME	Ministério da Educação
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NSIDC	National Snow and Ice Data Center
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ONU	Organização das Nações Unidas
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RIOB	Rede Internacional dos Organismos de Bacia
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UE	União Europeia
UN	United Nations
UNCHS	United Nations Commission on Human Settlements (Habitat)
UNCT	United Nations Country Team
UNDP	United Nations Development Programme
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNICEF	United Nations Children's Fund
US AID	United States Agency for International Development
USGS	United States Geological Survey
WCD	World Commission on Dams
WCW	World Commission on Water for the 21st Century
WEDO	Women's Environment and Development Organization
WHO	World Health Organization
WMO	World Meteorological Organization
WPFWI	World Panel on Financing Water Infrastructure
WSP-AF	Water and Sanitation Program - Africa Region
WSSCC	Water Supply & Sanitation Collaborative Council



WWAP	World Water Assessment Programme
WWC	World Water Council
WWF	World Water Forum

# ÍNDICE

<b><u>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</u></b>	14
<b><u>CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA</u></b>	19
<u>2.1.</u> O Ciclo Natural da Água	19
<u>2.2.</u> O Ciclo Urbano da Água	24
<u>2.3.</u> Recursos Hídricos e o Uso da Água: <i>Stress</i> Hídrico	32
<u>2.4.</u> Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais	48
<u>2.5.</u> Tratamento das Águas Residuais	61
<u>2.6.</u> Poluição e Qualidade da Água	69
<u>2.7.</u> Qualidade da Água em Portugal	76
<u>2.8.</u> Gestão dos Recursos Hídricos	81
<b><u>CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA</u></b>	87
<u>3.1.</u> Questões e Objectivos do Estudo	87
<u>3.2.</u> Opções Metodológicas	89
<u>3.3.</u> Contexto do Estudo	90
<u>3.3.1.</u> Descrição geral do concelho de Torres Novas	90
<u>3.3.2.</u> Descrição geral da Escola Básica de Torres Novas	90
<u>3.4.</u> Objectos e Sujeitos do Estudo	91
<u>3.4.1.</u> Descrição geral dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais da DAS/CMTN	91
<u>3.4.2.</u> Descrição geral da turma do 8º ano de escolaridade	92
<u>3.5.</u> Instrumentos de Recolha de Dados	93
<u>3.5.1.</u> Documentos	93
<u>3.5.2.</u> Inquérito por entrevista	94
<u>3.5.3.</u> Inquérito por questionário	94
<u>3.5.4.</u> Observação participante	95
<u>3.6.</u> Processo de Caracterização do Ciclo Urbano da Água no Concelho de Torres Novas	96
<u>3.7.</u> Construção do <i>Síte</i> da DAS/CMTN	97
<u>3.7.1.</u> Identidade	100
<u>3.7.2.</u> Informação	101
<u>3.7.3.</u> Usabilidade	103
<u>3.7.4.</u> Funcionalidade	106
<u>3.7.5.</u> Fiabilidade	107
<u>3.7.6.</u> Eficiência	107

<a href="#">3.8.</a> Publicação e Divulgação do <i>Site</i> da DAS/CMTN.....	110
<a href="#">3.9.</a> Utilização e Avaliação do <i>Site</i> da DAS/CMTN por Alunos:	
Realização de Projectos Sobre o Ciclo Urbano da Água.....	111
<a href="#">3.9.1.</a> Metodologia de trabalho de projecto.....	111
<a href="#">3.9.2.</a> Descrição do processo de realização dos projectos .....	113
<b><a href="#">CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS</a></b> .....	116
<a href="#">4.1.</a> Análise do Ciclo Urbano da Água no Concelho de Torres Novas.....	116
<a href="#">4.2.</a> Análise das Estatísticas do <i>Site</i> da DAS/CMTN.....	118
<a href="#">4.3.</a> Análise do “Questionário Sobre a Qualidade do Site”.....	120
<a href="#">4.4.</a> Análise do “Questionário Diagnóstico” e do “Questionário Final”.....	124
<a href="#">4.5.</a> Análise das Entrevistas.....	127
<a href="#">4.6.</a> Análise da Avaliação dos Projectos.....	129
<b><a href="#">CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES</a></b> .....	131
<a href="#">5.1.</a> Questões do Estudo e Respectivas Conclusões.....	131
<a href="#">5.1.1.</a> Como é o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas?.....	131
<a href="#">5.1.2.</a> Como divulgar o ciclo urbano da água ao maior número de pessoas possível, de uma forma atractiva e educativa?.....	132
<a href="#">5.1.3.</a> Como é que os alunos do 3ª ciclo do ensino básico reagem à consulta de informação sobre o ciclo urbano da água na Internet?.....	133
<a href="#">5.1.4.</a> Como aplicar o ciclo urbano da água aos conteúdos do ensino básico?.....	134
<a href="#">5.1.5.</a> Que influência exerce a consulta de um <i>site</i> sobre o ciclo urbano da água, nas competências desenvolvidas pelos alunos durante o trabalho de projecto?.....	135
<a href="#">5.2.</a> Limitações e Sugestões.....	136
<b><a href="#">BIBLIOGRAFIA</a></b> .....	137

## ANEXOS

<a href="#">Anexo 1</a> – Serviços de Abastecimento de Água e Saneamento Adequados para Todas as Pessoas.....	155
<a href="#">Anexo 2</a> – Caracterização dos Sistemas de Abastecimento do Concelho de Torres Novas.....	158
<a href="#">Anexo 3</a> – Caracterização do Sistema de Drenagem de Águas Residuais do Concelho de Torres Novas.....	162
<a href="#">Anexo 4</a> – Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Específicas e Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais.....	164
<a href="#">Anexo 5</a> – Notícia de Divulgação do <i>Site</i> da DAS/CMTN.....	170
<a href="#">Anexo 6</a> – Actividades da Semana da Escola.....	171
<a href="#">Anexo 7</a> – Questionário Sobre a Qualidade do <i>Site</i> .....	172
<a href="#">Anexo 8</a> – Resultados da Avaliação dos Alunos.....	174
<a href="#">Anexo 9</a> – Projectos de Ciências Físicas e Naturais.....	175
<a href="#">Anexo 10</a> – Plano Individual de Trabalho.....	181
<a href="#">Anexo 11</a> – Avaliação do Projecto.....	182
<a href="#">Anexo 12</a> – Questionário Diagnóstico.....	183
<a href="#">Anexo 13</a> – Questionário Final.....	184
<a href="#">Anexo 14</a> – Guião da Entrevista aos Alunos.....	185
<a href="#">Anexo 15</a> – Resultado da Avaliação dos Projectos.....	186

## ANEXOS

<a href="#">Anexo 1</a> – Serviços de Abastecimento de Água e Saneamento Adequados para Todas as Pessoas.....	155
<a href="#">Anexo 2</a> – Caracterização dos Sistemas de Abastecimento do Concelho de Torres Novas.....	158
<a href="#">Anexo 3</a> – Caracterização do Sistema de Drenagem de Águas Residuais do Concelho de Torres Novas.....	162
<a href="#">Anexo 4</a> – Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Específicas e Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais.....	164
<a href="#">Anexo 5</a> – Notícia de Divulgação do <i>Site</i> da DAS/CMTN.....	170
<a href="#">Anexo 6</a> – Actividades da Semana da Escola.....	171
<a href="#">Anexo 7</a> – Questionário Sobre a Qualidade do <i>Site</i> .....	172
<a href="#">Anexo 8</a> – Resultados da Avaliação dos Alunos.....	174
<a href="#">Anexo 9</a> – Projectos de Ciências Físicas e Naturais.....	175
<a href="#">Anexo 10</a> – Plano Individual de Trabalho.....	181
<a href="#">Anexo 11</a> – Avaliação do Projecto.....	182
<a href="#">Anexo 12</a> – Questionário Diagnóstico.....	183
<a href="#">Anexo 13</a> – Questionário Final.....	184
<a href="#">Anexo 14</a> – Guião da Entrevista aos Alunos.....	185
<a href="#">Anexo 15</a> – Resultado da Avaliação dos Projectos.....	186

## ÍNDICE DE TABELAS

<a href="#">Tabela 2.3.1.</a>	Distribuição da água na Terra.....	33
<a href="#">Tabela 2.3.2.</a>	Regiões do mundo com <i>stress</i> hídrico severo e respectiva população afectada em 1995.....	37
<a href="#">Tabela 2.3.3.</a>	Extracção de água a nível mundial por sector, em 1995.....	40
<a href="#">Tabela 2.3.4.</a>	Extracção anual de água na Europa.....	42
<a href="#">Tabela 2.3.5.</a>	Volumes de água captada para abastecimento por regiões, em 2004.....	44
<a href="#">Tabela 2.3.6.</a>	Consumo de água distribuída pelos serviços de abastecimento públicos, em 2004.....	45
<a href="#">Tabela 2.4.1.</a>	População com acesso adequado a água potável e com água canalizada em casa.....	53
<a href="#">Tabela 2.4.2.</a>	População com acesso a saneamento adequado.....	54
<a href="#">Tabela 2.4.3.</a>	População portuguesa servida com sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais em 2003.....	60
<a href="#">Tabela 2.5.1.</a>	População servida por uma rede de drenagem de águas residuais e um sistema de tratamento na União Europeia.....	62
<a href="#">Tabela 2.5.2.</a>	População portuguesa servida por uma rede de drenagem de águas residuais e por uma ETAR, em 2003.....	64
<a href="#">Tabela 2.5.3.</a>	Produção de águas residuais em Portugal, em 2004.....	65
<a href="#">Tabela 2.5.4.</a>	Quantidade de águas residuais tratadas em Portugal em 2004.....	65
<a href="#">Tabela 3.7.1.</a>	Características, subcaracterísticas e atributos do <i>site</i> da DAS/CMTN.....	98
<a href="#">Tabela 3.7.6.1.</a>	Ficheiros utilizados como recursos no <i>site</i> da DAS/CMTN.....	108
<a href="#">Tabela A2.1.</a>	Identificação dos constituintes dos sistemas de abastecimento do concelho de Torres Novas.....	160
<a href="#">Tabela A3.1.</a>	Identificação dos constituintes dos subsistemas de drenagem do concelho de Torres Novas.....	163

***A água é o sangue da biosfera.***

G. Tyler Miller, Jr.

# CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Vivemos num planeta azul, único no Sistema Solar, que se poderia chamar Água ou Oceano em vez de Terra. Os oceanos e os mares ocupam cerca de 70% da superfície da Terra e contêm cerca de 97% de toda a água terrestre. Pensa-se que os primeiros seres vivos surgiram no fundo dos oceanos, há quase quatro mil milhões de anos. Actualmente, cerca de 90% da biomassa do planeta encontra-se nos oceanos (Cunningham & Cunningham, 2004). Todos os seres vivos são constituídos por água e a maioria possui mais de 50% de água (Miller, 2004): um tomate tem cerca de 95%, uma batata 80%, uma bactéria 75%, uma vaca 74% e os humanos 65%. De facto, a água está em todo o lado, no estado líquido, sólido ou gasoso.

Para além da sua abundância, a água é extremamente importante para a Terra e para os seres vivos, salientando-se os seguintes aspectos:

- ◆ Importância biológica – Fonte de vida (por ex., uma semente precisa de um solo húmido para germinar e todos nós levámos nove meses a desenvolver-nos dentro de uma bolsa cheia de líquido amniótico), hidratação dos tecidos, manutenção da temperatura corporal, transporte de nutrientes para o interior das células, transporte de substâncias tóxicas para o exterior das células e dos tecidos, manutenção do equilíbrio entre ácidos e bases nos líquidos corporais, absorção de radiação ultravioleta prejudicial aos seres vivos aquáticos;
- ◆ Importância ecológica – Determinação e moderação do clima, transporte de nutrientes nos ecossistemas, tratamento e diluição da poluição, recarga de aquíferos (água subterrânea), *habitat* para espécies aquáticas e terrestres, fonte de biodiversidade;
- ◆ Importância geológica – Modelação da superfície terrestre através da erosão;
- ◆ Importância económica – Distribuição de água para consumo humano, produção de alimentos e de bebidas, rega de campos agrícolas, pesca e aquacultura, produção de energia eléctrica, refrigeração de motores e de máquinas industriais, matéria-prima, meio de transporte, actividades desportivas e de lazer.

A importância da água resulta de ser uma substância com propriedades físicas e químicas especiais, que a tornam num líquido diferente de todos os outros, tais como:

- ◆ Densidade – É o único líquido que se expande quando solidifica, o que provoca que o gelo flutue em vez de se afundar (a água sólida é menos densa do que a água líquida), evitando que um lago congele totalmente, o que seria mortal para os seres vivos. Esta propriedade também permite à água ter um papel importante na erosão das rochas, já que pode quebrar e expandir uma rocha quando congela;



- ◆ Ponto de ebulição – Se fosse idêntico a outros líquidos, a água existiria na forma de gás à temperatura e pressão normal, em vez de ser líquida. O estado líquido em que normalmente se encontra a água, permite a sua fácil utilização e consumo imediato;
- ◆ Calor específico – A água absorve e liberta o calor mais lentamente, pelo que a sua temperatura varia menos do que a de outras substâncias, permitindo a moderação do clima;
- ◆ Solvente – A sua capacidade para dissolver muitas substâncias permite-lhe transportar os nutrientes e os resíduos do metabolismo celular, bem como ter uma acção importante no equilíbrio dos ecossistemas e na erosão do solo. A água salgada possui cerca de 3,5% de substâncias dissolvidas, principalmente cloro (55%) e sódio (31%), contra os 1% ou menos da água doce (McKinney & Schoch, 2003).

Por estar em todo o lado e ser facilmente acessível, usamos a água sem lhe dar o devido valor, tornando-a num dos recursos naturais mais ameaçados: gastamos e poluímos água, de tal modo que poderemos deixar de a ter disponível para as nossas necessidades, afectar a saúde humana e os ecossistemas aquáticos. Para evitar estes problemas, deve haver um equilíbrio entre a disponibilidade e o uso da água, através de uma utilização eficiente e sustentável, de uma protecção do estado das águas e dos ecossistemas associados, e de uma gestão global e integrada dos recursos hídricos. Estas atitudes devem ser tomadas por todos os países e por todas as populações, pois os problemas relacionados com a água não são apenas locais, mas também globais. Basta perceber que muitos rios atravessam vários países ou estados e que a água de uma região pode ser utilizada para produzir alimentos ou materiais que são exportados para outros países.

Além disso, apesar de ser um recurso natural renovável, é finito e não existe outro que o substitua. É finito porque existem cerca de 1,4 mil milhões de quilómetros cúbicos de água na Terra, volume este que se mantém desde o aparecimento da vida nos oceanos. É renovável porque a água evapora constantemente para a atmosfera, a partir dos oceanos, mares, lagos, rios, solos e seres vivos, para depois formar as nuvens e cair sob a forma de chuva, neve ou gelo. Parte da água que cai no solo torna a evaporar-se, a restante escorre pela superfície e infiltra-se, acumulando-se nos oceanos, mares, lagos, rios, solos e seres vivos. Esta permanente circulação da água na natureza constitui o chamado ciclo natural da água (ciclo da água ou ciclo hidrológico). Este ciclo é afectado pelas actividades humanas e pelas alterações climáticas, nomeadamente pelo aquecimento global, o que pode provocar situações de escassez de água nas regiões onde o consumo é elevado devido ao crescimento populacional e à concentração urbana.

Outro ciclo importante, relacionado com o ciclo natural da água, é o ciclo urbano da água, o qual corresponde ao percurso que a água efectua quando é utilizada pela população de uma

região. Ao longo deste ciclo, a água circula através de equipamentos e infra-estruturas construídas nas zonas habitacionais e industriais, quer para satisfazer a procura de água em quantidade e qualidade, quer para evitar a poluição das bacias hidrográficas e a degradação dos ecossistemas aquáticos. O ciclo urbano da água é constituído por um conjunto de etapas relacionadas com o abastecimento de água para consumo humano (captação no meio hídrico natural, tratamento, transporte, armazenamento, distribuição e utilização nas habitações e indústrias) e com a drenagem ou saneamento de águas residuais (recolha, transporte, tratamento e devolução ao meio hídrico).

O ciclo urbano da água faz parte da vida das pessoas, do seu dia-a-dia, e ninguém o deve ignorar, quer porque consomem a água distribuída, quer porque produzem águas residuais que são descarregadas no meio ambiente. Deste modo, as informações sobre o ciclo urbano da água, numa determinada região, devem estar disponíveis para consulta por todos os cidadãos, nomeadamente por professores e alunos. A divulgação destas informações promove a cultura científica e tecnológica, indispensável para aproximar os cidadãos da ciência, contribuindo para a formação de cidadãos mais responsáveis, críticos e participativos. Apesar da sua importância, o ciclo urbano da água é pouco divulgado:

- ◆ Enquanto que o ciclo natural da água é muito falado nas escolas portuguesas, em dez anos de experiência como professor do ensino básico e secundário nunca ouvi falar no ciclo urbano da água;
- ◆ Em Dezembro de 2006, uma pesquisa efectuada no Google, em páginas escritas em Português e de Portugal, com a expressão “ciclo da água”, obteve 80.700 e 12.500 resultados, respectivamente, mas uma pesquisa idêntica com a expressão “ciclo urbano da água”, obteve apenas 727 e 289 resultados, respectivamente;
- ◆ Até Março de 2006<sup>1</sup>, não existia informação disponível na Internet, ou noutro tipo de suporte, sobre o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas.

A Internet e a escola são dois locais privilegiados para a divulgação do ciclo urbano da água. Principalmente, se a divulgação através da Internet for dinâmica, interactiva, actualizada, integrada nos conteúdos das disciplinas, e se os professores usarem metodologias de ensino diversificadas e activas, como o trabalho de projecto.

A Internet é uma fonte de informação que pode estar acessível nas escolas portuguesas, auxiliando o professor, no desenvolvimento de novas estratégias pedagógicas, e o aluno, na realização de pesquisas no âmbito da elaboração de trabalhos escolares e para estudar. Contudo, os *sítes* usados por alunos e professores nem sempre evidenciam o seu interesse educativo ou a sua qualidade didáctica. Além disso, a Internet ainda é pouco utilizada como

<sup>1</sup> Mês em que, no âmbito deste estudo, foi publicado o *site* da Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas ([www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das)).

recurso pedagógico, sendo utilizada sobretudo em espaços não lectivos (como por ex., a sala de informática e o centro de recursos) e com pouco enquadramento por parte dos professores (Abrantes, 2006).

Durante o trabalho de projecto, os alunos adquirem conhecimentos (por ex., sobre o ciclo urbano da água na sua região), desenvolvem a sua cultura científica e tecnológica, e poderão desenvolver as outras competências essenciais (raciocínio, comunicação e atitudes) contempladas no currículo nacional do ensino básico, nomeadamente as que estão relacionadas com a autonomia, o espírito crítico, a cooperação, a responsabilidade e as capacidades de pesquisa, selecção, organização, interpretação e comunicação de informação (ME, 2001b). O trabalho de projecto, centrado em problemas reais e significativos para os alunos, requer uma modificação das práticas lectivas tradicionais, baseadas em aulas expositivas, pelo que ainda não é uma metodologia de ensino-aprendizagem utilizada pela maioria dos professores. No entanto, o currículo nacional do ensino básico refere a palavra projecto(s) 94 vezes, sendo referida a “realização de projectos” nas “acções a desenvolver por cada professor” em 8 das 10 competências gerais, que devem ser alcançadas por todos os alunos no final da educação básica (na terceira competência refere-se o uso das “tecnologias de informação e de comunicação” e na quinta competência refere-se “actividades cooperativas de aprendizagem”, que também estão relacionadas com a realização de projectos).

Foi neste contexto que o presente estudo foi desenvolvido, de modo a tentar responder às seguintes questões:

- ◆ Como é o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas?
- ◆ Como divulgar o ciclo urbano da água ao maior número de pessoas possível, de uma forma atractiva e educativa?
- ◆ Como aplicar o ciclo urbano da água aos conteúdos do ensino básico?
- ◆ Como é que os alunos do 3ª ciclo do ensino básico reagem à consulta de informação sobre o ciclo urbano da água na Internet?
- ◆ Que influência exerce a consulta de um *site* sobre o ciclo urbano da água, nas competências desenvolvidas pelos alunos durante o trabalho de projecto?

Partindo destas questões, definiram-se os seguintes objectivos:

- ◆ Divulgar o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas através da Internet;
- ◆ Divulgar e construir recursos educativos sobre o ciclo urbano da água, para alunos e professores;
- ◆ Promover o uso da Internet na escola como um recurso pedagógico regular, em espaços lectivos e com orientação do professor;

- ◆ Promover a introdução do ciclo urbano da água no ensino das ciências, no âmbito das orientações curriculares para a área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais do 3º ciclo;
- ◆ Contribuir para a utilização do trabalho de projecto por parte dos professores;
- ◆ Contribuir para o trabalho colaborativo entre professores, através do desenvolvimento de projectos comuns às disciplinas de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas;
- ◆ Compreender a importância da Internet e do trabalho de projecto, no âmbito das actividades disciplinares, para o desenvolvimento de competências em alunos do 8º ano.

Para se tentar atingir os objectivos referidos, realizaram-se as seguintes actividades:

- ◆ Caracterização do ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas, nomeadamente dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais;
- ◆ Recolha de recursos educativos em *sítes* portugueses relacionados com a água e o seu ciclo urbano;
- ◆ Criação de um *site* para a Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas (DAS/CMTN), de modo a disponibilizar na Internet a informação recolhida;
- ◆ Divulgação do *site* da DAS/CMTN;
- ◆ Realização de projectos sobre o ciclo urbano da água, por alunos de uma turma do 8º ano, no âmbito das disciplinas de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas, e recorrendo à consulta do *site* da DAS/CMTN;
- ◆ Análise das opiniões e das competências dos alunos referidos, de modo a avaliar o *site* e a recolher informações sobre como reagem à consulta de conteúdos sobre o ciclo urbano da água na Internet e ao trabalho de projecto.

A descrição destas actividades e a metodologia utilizada encontram-se no terceiro capítulo do presente estudo. A análise dos resultados e as conclusões são apresentadas no quarto e quinto capítulo, respectivamente. No segundo capítulo, apresenta-se a revisão da literatura sobre os principais temas relacionados com o ciclo urbano da água, salientando-se a respectiva situação a nível mundial, europeu e nacional. As referências bibliográficas são, na sua maioria, referência electrónicas (documentos publicados na Internet), já que se pretende facilitar o acesso às fontes dos dados utilizados no presente estudo, promovendo, uma vez mais, o uso da Internet como uma ferramenta de trabalho indispensável na escola, e tornando este estudo o ponto de partida de futuros trabalhos de projecto realizados por professores e alunos. Apresenta-se também um conjunto de anexos, e um CD com o *site* da DAS/CMTN e com a maioria dos documentos referidos na bibliografia.

## CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. O CICLO NATURAL DA ÁGUA

A água encontra-se em constante movimento e alteração no meio ambiente, devido à energia do Sol e à força de gravidade, originando um ciclo natural (ciclo hidrológico) baseado na evaporação da água e na sua precipitação. Devido ao ciclo hidrológico, a água é transferida entre vários reservatórios naturais e a sua quantidade total não se altera. Este ciclo é importante para manter, distribuir, purificar e renovar a quantidade de água doce disponível para os seres vivos. A sua importância para a purificação da água resulta do facto da evaporação e da precipitação actuarem como um processo natural de destilação, removendo as impurezas dissolvidas na água. Além disso, quando a água atravessa o solo é filtrada naturalmente e purificada através de processos bioquímicos. No entanto, isto só é possível se o ser humano não provocar graves alterações nos sistemas naturais, alterando o clima, o solo, a vegetação e os recursos hídricos.

Todos os anos, evaporam dos oceanos aproximadamente 503 mil km<sup>3</sup> de água (87% do total evaporado), o que corresponde a uma camada de 1,4 m de espessura. Os restantes 13% (cerca de 74 mil km<sup>3</sup>) evaporam a partir de mares, lagos, rios, solo<sup>2</sup> e plantas (PNUMA, 2004; Shiklomanov, 1999). As plantas absorvem a água do solo e libertam-na através da evapotranspiração, removendo cerca de 1 m de água por ano em todo o planeta (McKinney & Schoch, 2003). Nas florestas tropicais, cerca de 75% da precipitação anual volta à atmosfera devido às plantas (Cunningham & Cunningham, 2004).

Esta quantidade de água líquida, que se transforma em gás ao evaporar, acumula-se na atmosfera e condensa devido à diminuição da temperatura. Ao voltar ao estado líquido forma as nuvens que são transportadas pelo vento. As nuvens são constituídas por pequenas gotas de água que, quando atingem um volume que já não lhes permite ficar suspensas devido à força de gravidade, precipitam na forma de chuva, neve ou granizo. Cerca de 80% do total da precipitação (458 mil km<sup>3</sup>/ano) cai sobre os oceanos, enquanto que cerca de 119 mil km<sup>3</sup>/ano caem sobre a terra, para voltar a evaporar. Parte da água que cai na terra infiltra-se no solo, até encontrar uma camada de rocha impermeável, originando as águas subterrâneas que ficam acumuladas em aquíferos<sup>3</sup>, enquanto que a outra parte fica acumulada em lagos e mares ou corresponde a escoamentos superficiais em rios e ribeiros. A quantidade de água que fica acumulada, que se infiltra e que se escoia é cerca de 45 mil km<sup>3</sup>/ano, o que corresponde à diferença entre a precipitação sobre a terra e a respectiva evaporação

---

<sup>2</sup> Um solo inorgânico tem entre 20 a 30% de água em poros e fissuras (Jackson & Jackson, 2000).

<sup>3</sup> Camada de rocha permeável com poros, cavidades e fissuras que retêm a água subterrânea.

(PNUMA, 2004; Shiklomanov, 1999). Esta quantidade de água constitui a parte mais importante do ciclo hidrológico, pois uma parte dela é utilizada para consumo humano, através dos sistemas de abastecimento de água.

As actividades humanas podem afectar o ciclo hidrológico e as suas funções de purificação e renovação da água doce (EEA, 2004; IA, 2005b; Miller, 2004):

- ◆ Retirando grandes quantidades de água de rios, lagos e aquíferos;
- ◆ Alterando a vegetação e o relevo ou construindo edifícios, o que aumenta o escoamento superficial, reduz a infiltração da água para os aquíferos, acelera a erosão do solo e aumenta os riscos de inundações e de avalanches;
- ◆ Alterando a qualidade da água através da poluição;
- ◆ Alterando os processos ecológicos que purificam naturalmente a água;
- ◆ Libertando para a atmosfera grandes quantidades de gases com efeito de estufa (GEE), como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), cloro-fluorcarbonetos (CFC), hidroclorofluorcarbonetos (HCFC), perfluorcarbonetos (PFC), hidrofluorcarbonetos (HFC) e hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ). O  $\text{CO}_2$  é o principal gás responsável pelo efeito de estufa, resultando da combustão dos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) para produção e transformação de energia (nas centrais termoeléctricas e na indústria) e para os transportes. O  $\text{CO}_2$  representava, em 2003, cerca de 79% do total das emissões em Portugal, seguido do  $\text{CH}_4$  (13%) e do  $\text{N}_2\text{O}$  (8%), que são produzidos principalmente pela actividade agrícola e pela produção de resíduos.

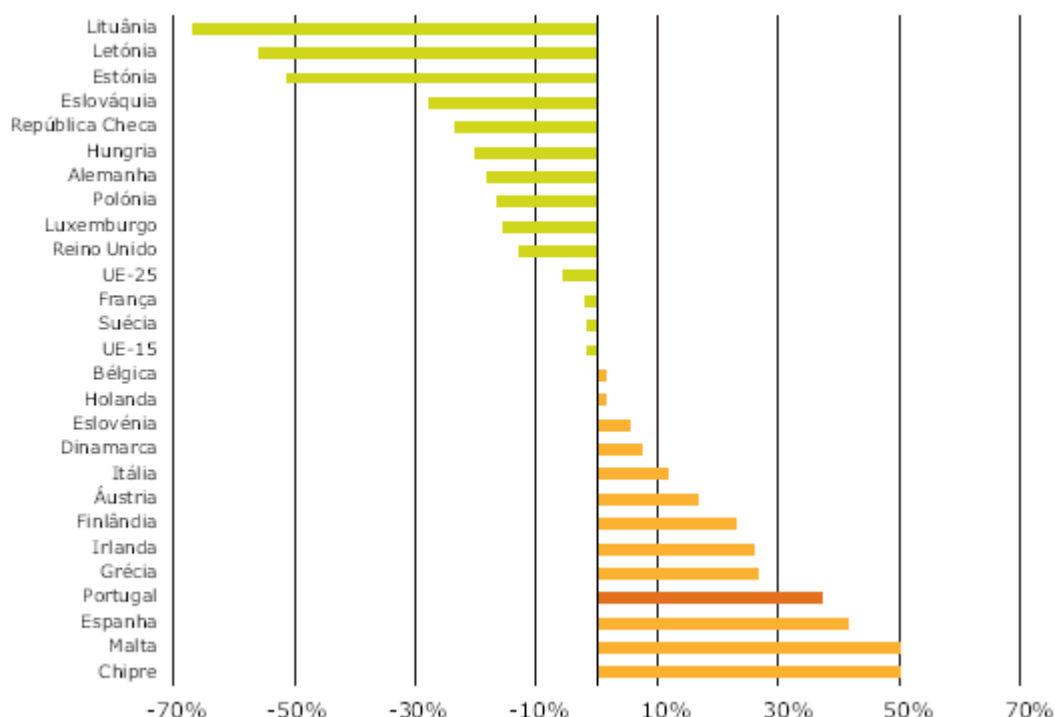
As emissões elevadas de  $\text{CO}_2$  e a desflorestação<sup>4</sup> já provocaram um aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  atmosférico em cerca de 35%, desde o início da revolução industrial no século XVIII e com mais relevo desde 1950, até atingir o valor actual de 379 partes por milhão por volume (CDIAC, 2004; EEA, 2004). O aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  corresponde a 61% do aumento total de todos os GEE, em que 19% corresponde ao  $\text{CH}_4$ , 13% aos CFC e HCFC, 6% ao  $\text{N}_2\text{O}$  e 1% aos PFC, HFC e  $\text{SF}_6$  (IA, 2005b).

Em Portugal, entre 1990 e 2003, as emissões de GEE aumentaram 37%, sendo que cerca de 47% deste aumento foi devido às emissões de  $\text{CO}_2$ . (ver Figura 2.1.1.), mais 10% do que o valor de 27% acordado com os Estados-membros da União Europeia (UE) para 2008-2012, no âmbito do Protocolo de Quioto à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas. No mesmo período de tempo, na UE-15 e na UE-25, as emissões de GEE reduziram-se em cerca de 1,4% e 5,5%, respectivamente. No entanto, entre 2002 e 2003, as emissões de GEE aumentaram 1,5% na EU-25 e diminuíram cerca de 6% em Portugal, que foi o

---

<sup>4</sup> As árvores captam o  $\text{CO}_2$  durante a noite, evitando a sua acumulação excessiva na atmosfera.

Estado-membro, a seguir à Lituânia, com maior redução na emissão de GEE, uma consequência do aumento da produção de electricidade a partir das centrais hidroeléctricas em 2003 (IA, 2005b).



**Figura 2.1.1. Variação das emissões de GEE nos países da UE-25, entre 1990 e 2003.**

Fonte: IA (2005b)

O aumento da concentração dos GEE na atmosfera, que pode situar-se entre 4 a 7 vezes mais até 2100 se não se tomarem medidas de protecção do clima (EEA, 2004), é responsável por uma aceleração do ciclo hidrológico e por uma alteração climática global, através das seguintes etapas (UNEP, 2005):

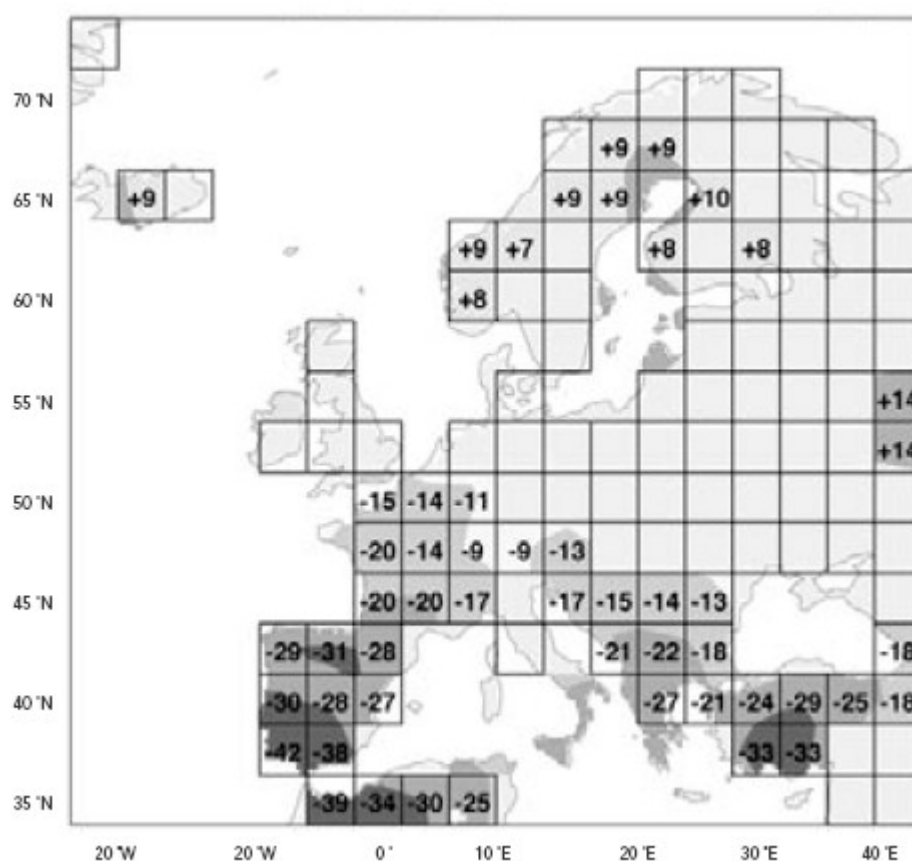
- 1) Os gases com efeito de estufa retêm o calor na Terra e provocam o aumento global da temperatura do ar à superfície da Terra. Nos últimos 100 anos, verificou-se um aumento médio de 0,7 °C a nível mundial e de 0,95 °C a nível europeu. Os anos mais quentes foram 1998, 2002 e 2003. Entre 1990 e 2100, está previsto um aumento médio global de 1,4 a 5,8 °C ou de 2,0 a 6,3 °C para a Europa, se não se tomarem medidas de protecção do clima como, por exemplo, baixar as emissões dos GEE para os níveis de 1990 (EEA, 2004; IPCC, 2001);
- 2) O aumento global da temperatura aumenta a evaporação da água da superfície dos oceanos subtropicais, provocando também um aumento da salinidade superficial. Este aumento de salinidade já foi registado nos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico (Curry, Dickson & Yashayaev, 2003; Wong, Bindoff & Church, 1999). Nos últimos 40 anos observou-se um aumento da evaporação entre 5% e 10% no oceano Atlântico



- subtropical, equivalente a uma altura de 5 a 10 cm da superfície da água do oceano em cada ano (Curry, Dickson & Yashayaev, 2003);
- 3) O aumento da evaporação da água da superfície dos oceanos subtropicais provoca o aumento da precipitação e do escoamento superficial nas latitudes mais altas do hemisfério norte. Nestas regiões, durante o último século, já se verificou um aumento da precipitação de 6 a 12% (IPCC, 2001). O excesso de água doce, que não é absorvida pelo solo e que não fica retida em aquíferos e lagos, volta para a superfície dos oceanos;
  - 4) O aumento global da temperatura também provoca o aumento da fusão da neve, de glaciares, do gelo oceânico e das calotes polares, contribuindo para o fornecimento de água doce para os oceanos e para o consequente aumento do nível do mar (Alley et al., 2005; Bindshadler, 1998; Chapin III et al., 2005; IPCC, 2001; Laxon, Peacock & Smith, 2003; NASA, 2005; NSIDC, 2005; Pearce, 2005; USGS, 2005; Yohe, 2004). Desde 1966, as zonas com neve do hemisfério norte diminuíram 10%. Entre 1850 e 1980, os glaciares dos Alpes Europeus perderam aproximadamente um terço da sua área e metade da sua massa. A área gelada do oceano Ártico diminuiu mais de 7%, entre 1978 e 2003, e a sua espessura diminuiu cerca de 40%. Durante o século XX, na zona da Europa, o nível do mar aumentou entre 0,8 a 3,0 mm/ano, podendo aumentar entre duas a quatro vezes mais até 2100 (EEA, 2004);
  - 5) O aumento da quantidade de água doce que chega aos oceanos Ártico e Atlântico Norte diminui a salinidade das suas águas superficiais. Estas águas são menos densas e ficam por cima das águas profundas mais salgadas (estas têm uma densidade superior a  $1.028 \text{ kg/m}^3$  e uma temperatura inferior a  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ). A diminuição da salinidade e da densidade, e a consequente diminuição do volume das águas profundas mais densas já foi verificada no oceano Atlântico Norte (Bryden, Longworth & Cunningham, 2005; Curry, Dickson & Yashayaev, 2003; Dickson et al., 2002);
  - 6) A diminuição da salinidade e da densidade da água altera a corrente oceânica que parte do hemisfério norte para o hemisfério sul, responsável pela distribuição do calor na Terra. Esta corrente é controlada pelo gradiente de densidade da água do mar, o qual depende da salinidade e da temperatura (quanto mais fria e salgada for a água maior é a sua densidade e mais facilmente se afunda). Se a corrente oceânica parar, as águas quentes superficiais subtropicais não se deslocam para norte ao longo do oceano Atlântico, deixando de libertar o seu calor mais a norte, o que provocará uma alteração climática global grave. Existem indícios de que esta corrente oceânica enfraqueceu cerca de 30% nos últimos 50 anos (Bryden, Longworth & Cunningham, 2005);



7) Esta alteração climática global provocará um aquecimento do clima, o aumento ou a diminuição da precipitação em determinadas regiões e o aumento da frequência e da intensidade de cheias e de secas. Consequentemente, a disponibilidade de água para uso humano e a produção agrícola serão afectadas, principalmente em áreas que já estão actualmente com problemas de escassez de água, como o Norte de África, o Sul da Ásia, a Ásia Ocidental e o Sul da Europa (Barnett, Adam & Lettenmaier, 2005; FAO, 2005). Entre 1900 e 2000, a precipitação aumentou no Norte da Europa entre 10 a 40% e diminuiu no Sul da Europa cerca de 20%. Está previsto que a precipitação continue a aumentar no Norte da Europa e a diminuir mais rapidamente no Sul da Europa (ver Figura 2.1.2.), principalmente na Península Ibérica onde pode chegar a ser menos 42% no Verão, em 2080 (EEA, 2004).



**Figura 2.1.2. Alterações percentuais previstas para a precipitação anual durante o Verão, na Europa, até 2080, relativamente à precipitação média no período 1961-1990.**  
Fonte: EEA (2004)

## 2.2. O CICLO URBANO DA ÁGUA

O desenvolvimento da sociedade levou a um aumento das necessidades de distribuição de água para as populações e a um consequente aumento da necessidade de rejeição das águas residuais produzidas. Estas necessidades são satisfeitas através dos serviços de águas que, juntamente com os serviços de resíduos sólidos urbanos, fazem parte dos serviços de saneamento básico (ver Figura 2.2.1.). Estes serviços são essenciais para promover a qualidade de vida das populações, a saúde pública, as actividades económicas, o desenvolvimento sustentável e a protecção do ambiente. Além disso, devem servir o maior número possível de pessoas, com qualidade, de forma regular e contínua, a um preço eficiente e justo (Baptista, Pássaro & Santos, 2005).

Os serviços de águas podem ser de dois tipos, de acordo com a sua área de actuação:

- ◆ Serviços de abastecimento de água - Satisfazem as necessidades de água para os vários usos das populações e actividades económicas, como o comércio e as indústrias. Para isso, é necessário retirar a água da natureza, acumulada em origens superficiais ou subterrâneas, tratá-la através de processos físicos e químicos, e distribuí-la com qualidade, quantidade e pressão adequadas às necessidades dos consumidores (ver Figura 2.2.1.);
- ◆ Serviços de saneamento de águas residuais urbanas (serviços de drenagem ou serviços de águas residuais) - Satisfazem a necessidade de rejeição das águas residuais produzidas, que incluem as águas residuais de origem doméstica, industrial e pluvial, contribuindo para a despoluição dos recursos hídricos. Para isso, é necessário recolher e tratar as águas residuais, através de processos físicos, químicos e biológicos, de modo a descarregá-las no meio ambiente em condições que não alterem a qualidade das águas dos meios receptores (ver Figura 2.2.1.).

Para a prestação dos serviços de águas foram criados sistemas de abastecimento de água (sistemas de distribuição) e sistemas de saneamento de águas residuais (sistemas de drenagem), geridos por entidades gestoras responsáveis pela concepção, construção, exploração e funcionamento dos sistemas.

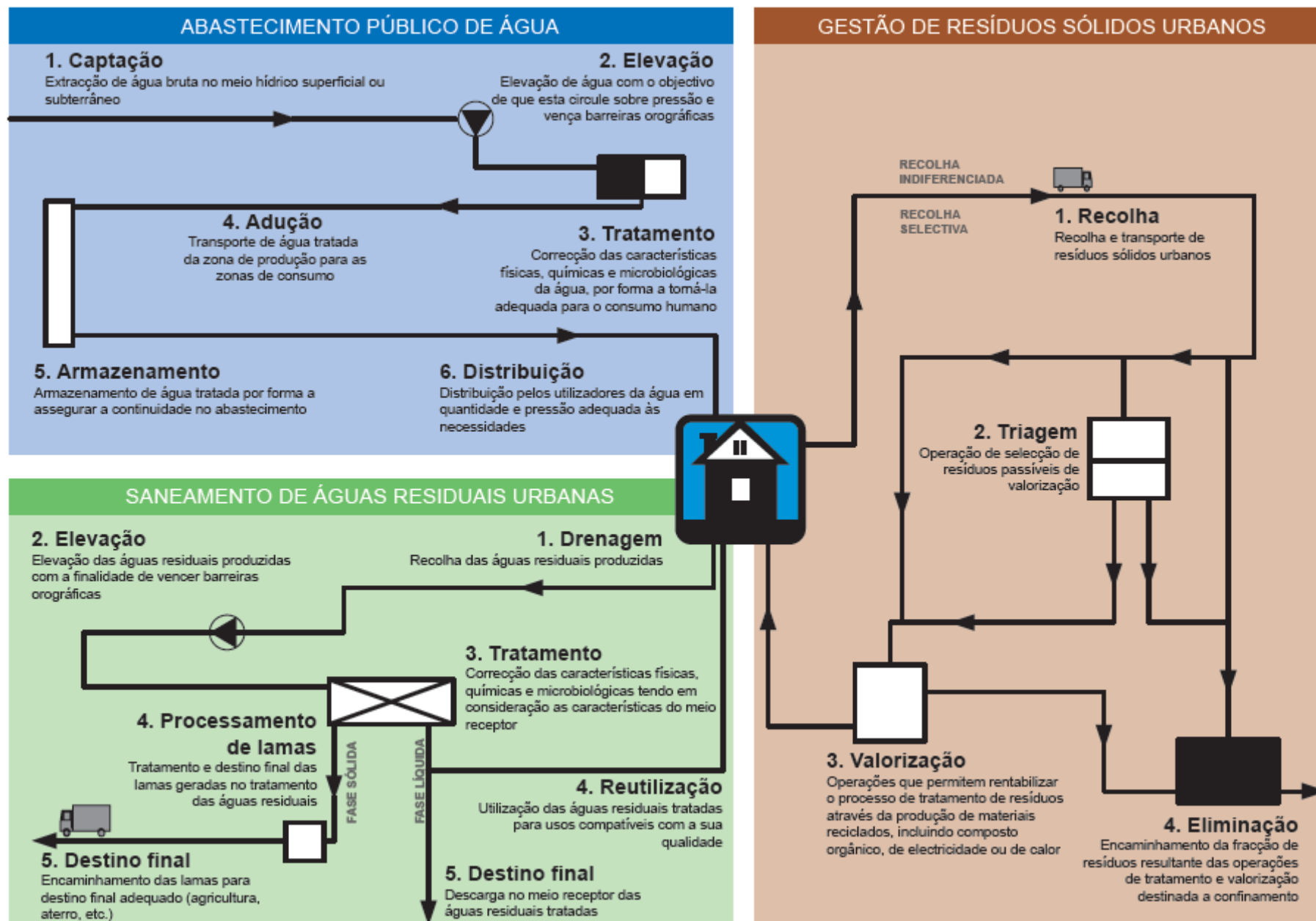


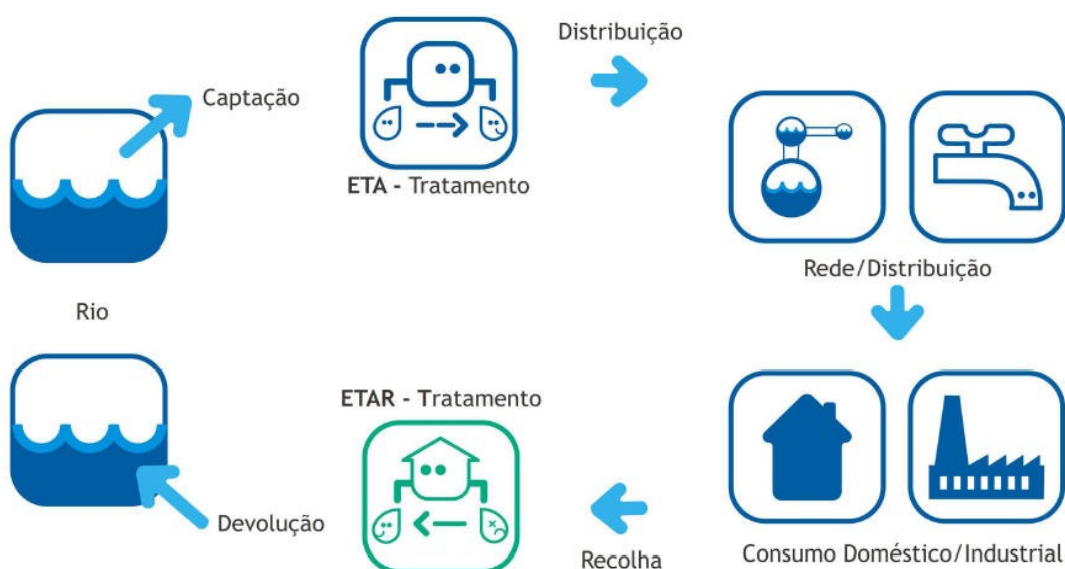
Figura 2.2.1. Principais etapas dos serviços de águas e resíduos.

Fonte: IRAR (2005a)

Um sistema de abastecimento de água é um conjunto de infra-estruturas e equipamentos interligados, que têm como função fornecer água para consumo humano, em quantidade e qualidade adequadas, de modo a satisfazer as exigências estabelecidas na legislação nacional aplicável. Um sistema de abastecimento de água é constituído pelos seguintes órgãos: captação, estação elevatória, posto de cloragem ou estação de tratamento de água (ETA), adutora, reservatório e rede de distribuição (rede de abastecimento). Segundo o Decreto-Lei nº 243/2001, cada sistema de abastecimento distribui água numa determinada zona de abastecimento, que corresponde à área geográfica na qual a água distribuída para consumo humano, proveniente de uma ou mais origens, pode ser considerada uniforme.

Um sistema de saneamento de águas residuais é um conjunto de infra-estruturas e equipamentos interligados, que têm como função a recolha, transporte, tratamento e rejeição no meio ambiente das águas residuais, de forma a não alterar as condições ambientais do meio receptor (solo ou água) e a cumprir a legislação nacional aplicável. Um sistema de saneamento de águas residuais é constituído pelos seguintes órgãos: rede de drenagem, emissário, estação elevatória, interceptor, estação de tratamento de águas residuais (ETAR) e emissário final.

A interligação entre os sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais origina o ciclo urbano da água (ver Figuras 2.2.1. e 2.2.2.). Ao longo deste ciclo, a água circula por equipamentos e infra-estruturas criadas pelo Homem, desde a sua origem (superficial ou subterrânea) até ao local onde é devolvida ao meio ambiente, de modo a entrar novamente no ciclo natural da água (ver Capítulo 2.1.).



**Figura 2.2.2. Principais etapas do ciclo urbano da água.**

Fonte: Águas do Oeste (2006)

As principais etapas do ciclo urbano da água são as seguintes (IRAR, 2005a):

- ◆ Captação – A água é recolhida em captações superficiais (rios, albufeiras e lagos) e em captações subterrâneas (furos, poços ou nascentes). Em Portugal, no ano de 2002, existiam mais de 8.000 captações, sendo que cerca de 95% eram subterrâneas. No entanto, em 2004, cerca de 65% da água distribuída provinha de origens superficiais, o que significa que tem-se registado um progressivo aumento da utilização das águas superficiais, principalmente devido à criação de sistemas de abastecimento de maiores dimensões. Portugal regista uma disponibilidade média de água suficiente para as necessidades dos diferentes usos. Apesar da relativa abundância, regista-se uma elevada assimetria regional e temporal da disponibilidade de água, tendo como consequência a necessidade de criar reservas de água que permitam ultrapassar os períodos de escassez. Além disso, deve-se diminuir o número de captações que não estão licenciadas e aumentar a protecção das captações superficiais e subterrâneas. Deste modo, evita-se problemas de excesso de nutrientes e de contaminação microbiológica, associados normalmente à actividade agro-pecuária, que podem ter efeitos graves nos ecossistemas aquáticos e na saúde das populações, e promove-se a produção de água com qualidade adequada a custos razoáveis;
- ◆ Tratamento da água – A água superficial é tratada em estações de tratamento de água (ETA) e a água subterrânea é tratada em postos de cloragem (PC), de modo a poder ser utilizada para consumo humano. No caso das águas subterrâneas, o tratamento utilizado recorre a arejamento, filtração e desinfecção, ou apenas a desinfecção. No caso das águas superficiais, as exigências de tratamento são maiores, pelo que se recorre a sistemas de tratamento que incluem normalmente pré-oxidação, correcção de pH, coagulação/floculação, decantação, filtração e desinfecção. Em Portugal, o número de instalações de tratamento aumentou de 1.168, em 1994, para 3.036, em 2002 (entre 1998 e 2002, o número de ETA aumentou de 479 para 497 e o número de PC aumentou de 1.295 para 2.539). Este aumento justifica a boa evolução registada para a qualidade da água distribuída, apesar de existirem ainda muitas situações a melhorar;
- ◆ Distribuição – A água tratada é armazenada em reservatórios, transportada e distribuída através de uma rede de condutas (rede de distribuição ou de abastecimento). Em Portugal, no ano de 2002, existiam cerca de 8.300 reservatórios com uma capacidade de armazenamento aproximada de 3 dias;
- ◆ Consumo – A alimentação, a higiene pessoal, actividades de limpeza e de lazer são as principais utilizações domésticas da água. Também é utilizada para rega, como matéria-prima em diversos processos de fabrico, para produção de energia e para a limpeza de equipamentos industriais;

- ◆ Recolha – Depois de utilizada, origina águas residuais (esgotos ou efluentes líquidos) que têm de ser recolhidos e transportados através de uma rede de condutas (rede de drenagem);
- ◆ Tratamento das águas residuais – As águas residuais são tratadas em estações de tratamento de águas residuais (ETAR), de modo a remover as substâncias poluentes e as suas características agressivas, para que possam ser descarregadas com um impacto ambiental mínimo. Em 2002, existiam em Portugal cerca de 819 ETAR (43 com tratamento primário, 720 com tratamento secundário e 56 com tratamento secundário). Actualmente, utilizam-se todos os tipos de soluções tecnológicas disponíveis no mercado (por ex., tanques Imhoff, leitos percoladores, discos biológicos, lamas activadas, valas de oxidação, lagunagem, nitrificação/desnitrificação, cloragem, ozonização e radiação ultravioleta), mas os tratamentos biológicos têm prevalecido sobre os químicos, essencialmente por razões de natureza económica;
- ◆ Devolução – As águas residuais tratadas são descarregadas no meio receptor (normalmente, rios, mares e oceanos), em condições ambientalmente seguras, isto é, sem poluírem o meio ambiente e permitindo a sua reutilização, nomeadamente para rega. Em Portugal, ainda são poucos os sistemas onde é efectuada a reutilização, mas a crescente pressão sobre as massas de água e a ocorrência de períodos de seca prolongada vêm reforçar a necessidade de procurar alternativas ambientalmente mais adequadas e financeiramente mais atractivas.

Uma descrição mais pormenorizada das infra-estruturas e dos equipamentos, relacionados com as várias etapas do ciclo urbano da água, pode ser consultada no *site* do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (<http://insaar.inag.pt>), e no *site* da Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas, nas secções “Abastecimento de Água”, “Águas Residuais” e “Águas Divertidas” (ver CD em anexo ou [www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das)).

Em Portugal, os sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais podem ser de três tipos (IRAR, 2005a; IRAR & LNEC, 2005):

- ◆ Sistema em alta (multimunicipal) – Constituído pelos órgãos responsáveis pela captação, tratamento e transporte até ao reservatório da água para abastecimento público, ou pelo transporte desde os emissários (intercepção), tratamento e rejeição das águas residuais. Não inclui o reservatório e a rede de distribuição ou a rede de drenagem de águas residuais, que ficam sob exploração e gestão de outra entidade gestora. Estes sistemas servem pelo menos dois municípios e a sua gestão é efectuada directamente pelo Estado, através dos municípios, ou em regime de concessão por empresas públicas e mistas (que resultam da associação de entidades privadas com

entidades públicas, cujo capital é maioritariamente público), como as 19 empresas do Grupo AdP - Águas de Portugal;

- ◆ Sistema em baixa (municipal) – Constituído pelos órgãos responsáveis pelo armazenamento e pela distribuição ou pela recolha e transporte (drenagem) das águas residuais até ao interceptor. Estes sistemas são geridos pelos municípios e associações de municípios (através das Juntas de Freguesia, dos serviços municipalizados ou intermunicipalizados e de empresas municipais ou intermunicipais), ou em regime de concessão por associações de utilizadores, empresas privadas e públicas;
- ◆ Sistema misto (multimunicipal ou municipal) – Constituído por todos os órgãos de um sistema de abastecimento de água e de um sistema de saneamento de águas residuais.

No final de 2004, o universo das entidades gestoras de serviços de abastecimento de água em alta era constituído por uma empresa pública (EPAL), 14 entidades concessionárias multimunicipais, 70 serviços municipais, 7 serviços municipalizados, 3 empresas municipais e intermunicipais, e 8 entidades concessionárias municipais, num total de 103 entidades. O universo das entidades gestoras em baixa era constituído por uma empresa pública (EPAL), uma entidade concessionária multimunicipal, 209 serviços municipais, 36 serviços municipalizados, 9 empresas municipais e intermunicipais, e 20 entidades concessionárias municipais, num total de 276 entidades. Saliente-se a existência de dois sistemas multimunicipais em baixa, o sistema multimunicipal da área da Grande Lisboa e o sistema multimunicipal de Santo André, explorados respectivamente pela EPAL e pela Águas de Santo André, pertencentes à Águas de Portugal. Trata-se de duas situações atípicas, que decorrem de um período anterior a 1993, altura em que foi criado o presente enquadramento legal (IRAR, 2005a).

No final de 2004, o universo das entidades gestoras de serviços de saneamento de águas residuais em alta era constituído por 16 entidades concessionárias multimunicipais, 86 serviços municipais, 7 serviços municipalizados, 2 empresas municipais e 9 entidades concessionárias municipais, num total de 120 entidades. O universo das entidades gestoras em baixa era constituído por 1 entidade concessionária multimunicipal, 223 serviços municipais, 32 serviços municipalizados, 11 empresas municipais e intermunicipais, e 14 entidades concessionárias municipais, num total de 282 entidades (IRAR, 2005a).

A listagem actualizada das entidades gestoras portuguesas pode ser consultada no *site* do Instituto Regulador de Água e Resíduos ([www.irar.pt](http://www.irar.pt)). Para além das entidades gestoras referidas, a administração central também participa nas principais actividades relacionadas com o abastecimento de água e o saneamento de águas residuais, através das seguintes entidades: Instituto Regulador de Água e Resíduos, Instituto da Água, Instituto do Ambiente,



Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional, Inspeção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território, Gabinete de Relações Internacionais do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Direcção-Geral da Saúde, Instituto do Consumidor, Direcção-Geral da Empresa, Direcção-Geral das Autarquias Locais e Autoridade da Concorrência (IRAR, 2005a).

Portugal apresenta um número elevado de sistemas de abastecimento de água, que resulta não só da atribuição de competências autárquicas para esta matéria, mas também da elevada dispersão populacional. Em 2003, existiam apenas 13 sistemas com mais de 100.000 habitantes abastecidos e mais de 3.000 sistemas a abastecer populações inferiores a 5.000 habitantes. Esta situação origina dificuldades acentuadas de gestão em termos técnicos e económicos, não só pelo elevado número de sistemas de pequena dimensão e muitas vezes precários, mas também pelo elevado número de entidades gestoras que não têm capacidade suficiente para poder assegurar níveis adequados de qualidade de serviço. Um menor número de sistemas de água por entidade implica normalmente um melhor desempenho, pelo que se deve promover a criação de sistemas de maior dimensão, melhor preparados para a prestação de serviços de qualidade (IRAR, 2005a).

Apesar do extraordinário desenvolvimento ocorrido na última década, no que respeita à gestão de serviços de águas e resíduos, alguns municípios portugueses apresentam ainda alguma falta de conhecimentos nesta área, de recursos humanos habilitados e de eficiência. Em alguns casos, a exploração é feita com baixos níveis de serviço prestados aos utentes, com preocupações mais quantitativas do que qualitativas, ou seja, procurando garantir o fornecimento da água necessária, a drenagem das águas residuais ou a recolha dos resíduos sólidos, sem haver uma preocupação relativamente aos aspectos de qualidade da água distribuída, aos parâmetros de qualidade e ambientais das rejeições de águas residuais e das deposições de resíduos sólidos, ou aos aspectos económicos envolvidos (IRAR, 2005a).

Em 2006, publicou-se o segundo Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais - PEAASAR II 2007-2013 (MAOTDR, 2006) - que contém novas orientações para reestruturar o sector das águas, tal como já tinha acontecido com o primeiro PEAASAR 2000-2006 (MAOT, 2000). Com estas orientações pretende-se:

- ◆ Obter níveis adequados de quantidade, qualidade e eficiência dos serviços, nomeadamente através da integração entre sistemas em alta e em baixa, que serão geridos apenas por uma entidade;
- ◆ Servir 95% da população total do País com sistemas públicos de abastecimento de água, sendo que em cada sistema integrado o nível de atendimento deve atingir pelo menos 90% da população abrangida;



- ◆ Servir 90% da população total do País com sistemas públicos de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas, sendo que em cada sistema integrado o nível de atendimento deve atingir pelo menos 85% da população abrangida;
- ◆ Criar condições para a cobertura integral dos custos do serviço, como forma de garantir a sustentabilidade do sector perante as gerações futuras, nomeadamente através da aplicação de tarifas que reflitam o preço justo da água e do respectivo serviço, adaptadas ao poder de compra dos utilizadores;
- ◆ Promover a gestão integrada dos recursos hídricos, o uso eficiente da água e o desenvolvimento sustentável;
- ◆ Proteger o ambiente e a saúde das populações, cumprindo a legislação e efectuando o controlo e a prevenção da poluição.

### 2.3. RECURSOS HÍDRICOS E O USO DA ÁGUA: *STRESS* HÍDRICO

Cerca de 70% da superfície da Terra está coberta de água líquida e cerca de 10% dos continentes estão cobertos por gelo (Jackson & Jackson, 2000). Se a água estivesse distribuída de modo igual na Terra, cobriria toda a sua superfície com uma altura de 3,2 km (McKinney & Schoch, 2003). O volume total de água na Terra é cerca de 1,4 mil milhões de km<sup>3</sup>, os quais se encontram distribuídos por uma grande diversidade de locais. Cerca de 97,5% de toda a água da Terra é salgada, encontrando-se principalmente nos oceanos e mares, e cerca de 2,5% é água doce, encontrando-se praticamente toda no estado sólido e em aquíferos (ver Tabela 2.3.1).

A maioria da água doce não se encontra disponível para uso humano: apenas cerca de 45.000 km<sup>3</sup> (0,003% de toda a água) estão disponíveis, constituindo os denominados recursos hídricos de água doce. No entanto, a quantidade de água doce que está economicamente acessível para uso humano é ainda menor, sendo cerca de 12.000 km<sup>3</sup> (0,0009% de toda a água) (FAO, 2005). Cerca de 3.600 km<sup>3</sup> são utilizados pelas populações para consumo agrícola, industrial e doméstico. Em consequência deste uso, cerca de 2.000 km<sup>3</sup> ficam poluídos e não podem ser utilizados directamente (McKinney & Schoch, 2003).

As principais fontes de água doce para uso humano são os lagos, rios e águas subterrâneas relativamente pouco profundas. Grande parte desta água, disponível para uso humano, encontra-se longe das populações, o que dificulta a sua utilização. No entanto, o Homem pode redistribuir a água superficial, de modo a ter acesso a uma maior quantidade de água para consumo humano, por exemplo, construindo barragens, canais, reservatórios e centrais de dessalinização.

Na segunda metade do século XX, a construção de barragens nos rios foi uma das principais formas de garantir recursos hídricos adequados para irrigação, geração de energia eléctrica e abastecimento de água para consumo humano. Apesar destes benefícios importantes, as barragens fragmentaram cerca de 60% dos rios mundiais, provocando mudanças irreversíveis em muitos ecossistemas e a deslocação de 40 a 80 milhões de pessoas, devido à inundação de florestas, terrenos agrícolas e localidades (WCD, 2000). Para além destes aspectos negativos, as barragens apresentam os seguintes custos ambientais (Miller, 2004):

- ◆ Provocam uma elevada perda de água por evaporação e infiltração;
- ◆ Impedem os sedimentos ricos em nutrientes de serem arrastados pelo rio e depositados nas margens a jusante da barragem;
- ◆ Provocam a diminuição da quantidade e da qualidade da água a jusante da barragem.

**Tabela 2.3.1. Distribuição da água na Terra.**

<b>Compartimento</b>	<b>Volume (10<sup>3</sup> km<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume (%)</b>	<b>Volume de água doce (%)</b>
<b>Água salgada</b>			
<b>Oceanos e mares</b>	1.338.876	96,6	
<b>Aquíferos</b>	12.474	0,9	
<b>Lagos</b>	83	0,006	
<b>TOTAL</b>	1.351.350	97,5	
<b>Água doce</b>			
<b>Gelo e neve permanente</b>	23.874	1,7	68,9
<b>Aquíferos<sup>a</sup></b>	10.360	0,8	29,9
<b>Lagos e rios</b>	104	0,008	0,3
<b>Outros<sup>b</sup></b>	312	0,02	0,9
<b>TOTAL</b>	34.650	2,5	
<b>TOTAL</b>	<b>1.386.000</b>		

Notas: Por razões de arredondamento, os totais podem não corresponder à soma das parcelas;

(a) Camada de rocha permeável com poros, cavidades e fissuras que retêm a água subterrânea;

(b) Solo congelado, pântanos, humidade do solo, atmosfera e seres vivos.

Fonte: PNUMA (2004), Shiklomanov (1999)

Outro recurso hídrico muito utilizado é a água subterrânea. Esta pode ser renovável, se está acumulada num aquífero superficial (aquífero livre), limitado superiormente por uma camada de solo permeável que permite a recarga do aquífero através de infiltração de águas superficiais, ou não renovável (água fóssil), se o aquífero se formou à milhares de anos numa zona mais profunda, limitada superiormente por uma camada de solo impermeável (aquífero confinado).

Os aquíferos sofrem uma recarga natural por infiltração de águas superficiais, mas este processo é muito lento, podendo demorar dezenas, centenas ou milhares de anos para que um aquífero volte a ficar saturado de água, no caso desta ter sido retirada para uso humano. Cerca de 2 mil milhões de pessoas (32% da população mundial) dependem de águas subterrâneas, extraíndo anualmente cerca de 700 km<sup>3</sup> (7% de toda a água doce armazenada

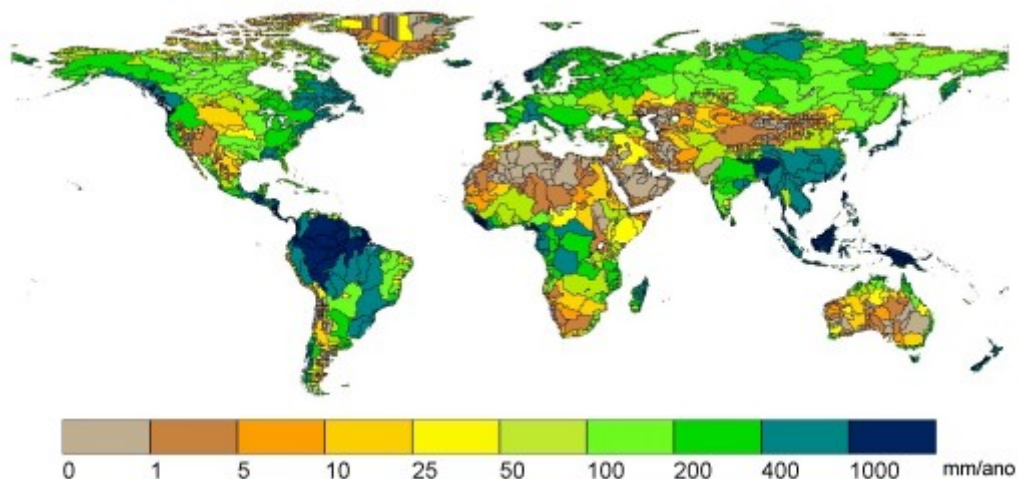
nos aquíferos), principalmente de aquíferos superficiais. A maioria dos habitantes das zonas rurais depende totalmente de águas subterrâneas (PNUMA, 2004).

Quando a extracção de água subterrânea ocorre a um ritmo muito mais rápido do que o da sua recarga natural, situação que ocorre frequentemente, o nível de água no aquífero diminui, podendo provocar (ADB, 2001; Consolidated Consultants, 2004; McKinney & Schoch, 2003; UNEP, 1999; World Bank, 2003, 4 Jun.):

- ◆ A descida do nível do solo e desabamentos graves, quando a água deixa de exercer pressão sobre o solo e os poros dos aquíferos fecham-se à medida que os sedimentos se juntam, provocando uma diminuição de volume na rocha. Por exemplo, a Cidade do México foi construída sobre o leito de um lago e de um aquífero, pelo que a extracção de água provocou a descida do solo em vários metros, de tal modo que algumas habitações estão enterradas até ao segundo andar. Situação idêntica acontece em Veneza;
- ◆ A intrusão de água salgada em aquíferos costeiros e o consequente aumento da salinidade da água. A água salgada acumula-se por baixo da água doce por ser mais densa mas, quando se extrai a água doce, o seu nível sobe de modo a ocupar o espaço da água doce, penetrando cada vez mais no aquífero;
- ◆ O esgotamento de poços, fontes, nascentes e do próprio aquífero;
- ◆ A diminuição do caudal dos rios que recebem água do aquífero afectado;
- ◆ A extinção de zonas húmidas e dos seres vivos que dependem destes *habitat*.

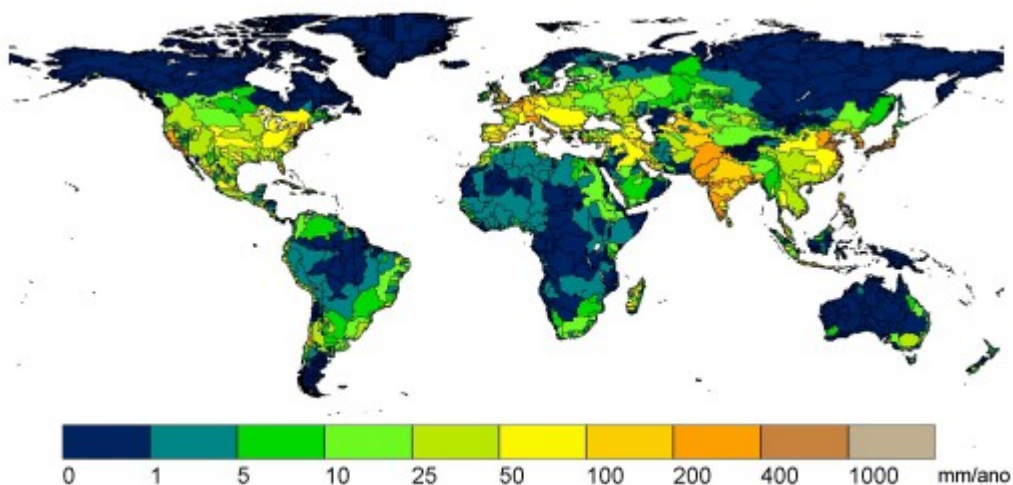
Devido às condições climáticas e geológicas, a água doce superficial e subterrânea não se encontra uniformemente distribuída (ver Figura 2.3.1.), existindo muitas zonas do mundo com falta de água doce, situação que se agrava com:

- ◆ A poluição, que altera a qualidade da água, impedindo-a de ser usada;
- ◆ A má gestão dos recursos hídricos, como por exemplo, a falta de eficiência no uso da água (responsável por uma grande quantidade de água que é extraída sem ser utilizada devido a perdas);
- ◆ A quantidade de água extraída (ver Figura 2.3.2.) que aumenta cada vez mais, principalmente nos países em desenvolvimento, devido ao desenvolvimento económico e industrial, ao aumento populacional e à sua concentração nas zonas urbanas.



**Figura 2.3.1. Disponibilidade de água doce mundial em 1995.**

Fonte: Alcamo, Henrichs & Rösch (2000)



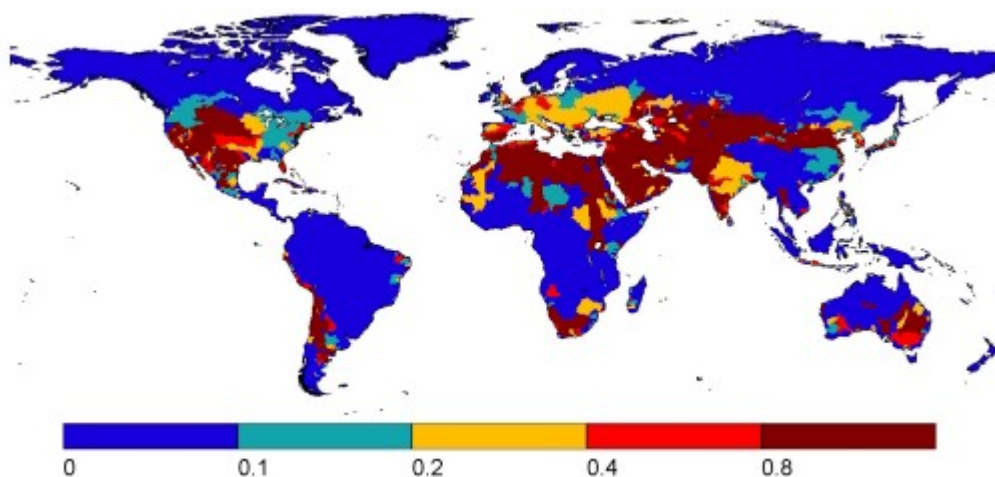
**Figura 2.3.2. Extracção de água doce mundial em 1995.**

Fonte: Alcamo, Henrichs & Rösch (2000)

A Figura 2.3.1. representa a quantidade de água doce mundial, disponível para uso humano nos recursos hídricos renováveis, que resulta da soma do escoamento superficial anual com a água que se infiltra no solo para recarregar os aquíferos. As zonas do mundo mais chuvosas são as que apresentam uma disponibilidade de água maior e vice-versa.

A Figura 2.3.2. representa a quantidade de água extraída nas bacias hidrográficas, para satisfazer as necessidades humanas. As zonas que apresentam uma maior extracção de água possuem um elevado número de habitantes e situam-se no Japão, costa da China, Índia, Paquistão, centro da Europa e nas áreas costeiras dos EUA.

O nível de escassez de água nas bacias hidrográficas denomina-se *stress* hídrico e calcula-se através da razão entre os valores médios anuais da quantidade de água doce extraída e da quantidade disponível nos recursos hídricos renováveis. Considera-se que existe *stress* hídrico quando o valor da razão referida é superior a 0,1, isto é, quando o consumo de água é superior a 10% dos recursos renováveis de água doce (ver Figura 2.3.3.).



**Figura 2.3.3. Stress hídrico mundial em 1995.**

Nota: *Stress* nulo - menor que 0,1; *Stress* baixo - entre 0,1 e 0,2; *Stress* moderado - entre 0,2 e 0,4; *Stress* alto - entre 0,4 e 0,8; *Stress* elevado - superior a 0,8; *Stress* severo - superior a 0,4.

Fonte: Alcamo, Henrichs & Rösch (2000)

O *stress* hídrico de uma bacia hidrográfica é um bom indicador da pressão humana, em termos de extracção de água, sobre os recursos hídricos renováveis e os ecossistemas aquáticos. Quanto maior for o *stress* hídrico, mais intenso será o consumo de água numa bacia hidrográfica e menor será a qualidade e a quantidade da água disponível, afectando principalmente os ecossistemas aquáticos e os utilizadores situados a jusante da extracção de água. Quando o *stress* hídrico é severo (valores superiores a 0,4), o uso da água por estes utilizadores pode mesmo ser impedido e maior será a probabilidade de ocorrer falta de água num rio, principalmente durante os períodos de menor caudal (Alcamo, Henrichs & Rösch, 2000). Nos ecossistemas podem surgir problemas na reprodução e mortes de diversas espécies, particularmente nos níveis mais elevados da cadeia alimentar, como consequência da extracção elevada de água (CSD, 1997a).

O *stress* hídrico severo verifica-se nas regiões sujeitas a um clima árido, com níveis baixos de precipitação, e/ou onde ocorre uma extracção elevada de águas subterrâneas e superficiais, devido a uma elevada densidade populacional e à irrigação agrícola em grande escala. Com um *stress* hídrico severo encontram-se algumas das maiores bacias hidrográficas da China (incluindo a do rio Amarelo), Índia, Ásia Central, Norte de África, partes da Europa

(nomeadamente o Sul da Península Ibérica), áreas costeiras da América Latina e várias zonas ocidentais dos EUA (ver Figura 2.3.3.). A nível mundial, 25% da superfície terrestre da Terra (excluindo a Antártida e a Gronelândia) está sujeita a um *stress* hídrico severo, abrigoando 38% da população mundial (2,1 mil milhões de pessoas) em que cerca de metade vive no Sul da Ásia e na China. A percentagem de área sujeita a um *stress* hídrico severo varia desde 5% na África Central até 88% no Médio Oriente (ver Tabela 2.3.2.).

**Tabela 2.3.2. Regiões do mundo com *stress* hídrico severo e respectiva população afectada em 1995.**

Região	Área		População	
	10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup>	%	10 <sup>6</sup> hab.	%
<b>América do Norte</b>	4.310	20	133	44
<b>América Central</b>	1.057	31	57	37
<b>América do Sul</b>	1.875	10	52	16
<b>Europa Ocidental</b>	1.418	15	176	40
<b>Europa Oriental</b>	118	8	10	8
<b>CEI<sup>1</sup></b>	1.074	6	49	21
<b>Bacia do Mar de Aral<sup>2</sup></b>	2.989	74	46	86
<b>Médio Oriente</b>	5.431	88	168	95
<b>Norte de África</b>	6.428	67	128	80
<b>África Oriental</b>	836	18	54	31
<b>África Ocidental</b>	801	16	29	14
<b>África Central</b>	288	5	3	4
<b>África Austral</b>	1.161	19	21	19
<b>Austrália</b>	2.020	22	9	39
<b>Japão</b>	96	15	71	57
<b>China</b>	3.793	32	453	34
<b>Sul da Ásia</b>	2.291	49	539	44
<b>Sudeste Asiático</b>	422	6	140	31
<b>Mundo</b>	36.407	25	2.138	38

Notas: (1) Comunidade dos Estados Independentes (antigas repúblicas soviéticas);

(2) Tadjiquistão, Turcomenistão, Uzbequistão, Quirguistão e Cazaquistão.

Fonte: Alcamo, Henrichs & Rösch (2000)



No Médio Oriente existem vários países com uma disponibilidade média anual de água doce por pessoa muito baixa<sup>5</sup>, inferior a 1.000 m<sup>3</sup>, chegando a ser inferior a 500 m<sup>3</sup> em sete países da Península Arábica<sup>6</sup> (ACSAD & AGU, 2000; PNUMA, 2004; UNEP, 1999). Nestes países, a quantidade de água extraída anualmente é superior à que se encontra disponível nos recursos hídricos renováveis, pelo que necessitam de extrair as águas subterrâneas profundas não renováveis, de reutilizar as águas residuais tratadas e de recorrer a centrais de des-salinização (ACSAD & AGU, 2000; Consolidated Consultants, 2004; PNUMA, 2004; UNEP, 1999; 2006b; World Bank, 2003, 4 Jun.). Estas centrais extraem água do mar e retiram o excesso de sais minerais, produzindo água potável numa quantidade correspondente a cerca de 12% do total dos recursos hídricos disponíveis na Península Arábica (PNUMA, 2004). A Arábia Saudita é o maior produtor mundial de água potável através do processo de des-salinização (UNEP, 2006b).

O racionamento de água é usado para limitar o consumo, tal como acontece na Jordânia, que restringe o abastecimento de água em Amã para apenas um dia por semana (UNEP, 2006b), e em Damasco, onde a água só pode ser usada por menos de doze horas por dia (PNUMA, 2004). O governo da Jordânia está a tomar um conjunto de iniciativas para resolver o problema do abastecimento de água, incluindo a transferência de água do aquífero de Disi (aquífero de água não renovável situado a cerca de 325 km da cidade) para a cidade de Amã (SPG Media, 2004; Consolidated Consultants, 2004). À medida que as fontes de água se tornam mais limitadas, podem mesmo surgir conflitos entre as populações (ou países), que poderão originar guerras (Cunningham & Cunningham, 2004).

O significado real de *stress* hídrico varia de país para país, já que nem sempre o seu valor corresponde a uma situação efectivamente grave, mesmo quando é superior a 0,4 (*stress* hídrico severo). Nos países desenvolvidos as águas residuais são normalmente tratadas antes de serem devolvidas ao meio ambiente, sem afectar os potenciais utilizadores a jusante da descarga, e a indústria recicla uma grande quantidade de água. Além disso, muitas bacias hidrográficas possuem barragens que permitem acumular a água, evitando que haja falta de água em períodos de seca. Deste modo, os países desenvolvidos podem explorar mais os seus recursos hídricos, apresentando um valor de *stress* hídrico superior a 0,4 sem consequências negativas. Isto não acontece nos países em desenvolvimento, onde o uso intensivo da água, sem tratamento adequado e reutilização, leva a uma rápida diminuição da qualidade e da quantidade da água e a situações graves de falta de água em períodos de seca. De modo idêntico, as regiões com um *stress* hídrico inferior a 0,4 podem estar sujeitas a uma

---

<sup>5</sup> A disponibilidade média anual de água por pessoa é baixa quando é inferior a 5.000 m<sup>3</sup>. Valores inferiores a 1.000 m<sup>3</sup>/ano/pessoa correspondem a uma situação de escassez de água (EEA, 2005).

<sup>6</sup> Arábia Saudita, Bahrein, Catar, Emirados Árabes Unidos, Iémen, Kuwait e Omã.



situação grave de escassez de água durante secas ou quando os rios têm pouca água (Alcamo, Henrichs & Rösch, 2000).

Cerca de 30% (12.000 km<sup>3</sup>) dos recursos de água doce mundiais, economicamente acessíveis, são explorados de modo a satisfazer as necessidades dos sectores doméstico (habitações e lojas), da indústria e da agricultura (ver ver Tabela 2.3.3.). A extracção de água a nível mundial varia muito de região para região, verificando-se os valores mais elevados na África Central (46% para o sector doméstico), na Comunidade de Estados Independentes (52% para o sector da indústria) e no Sul da Ásia (94% para o sector da agricultura). Entre 1970 e 2000, as extracções globais de água aumentaram cerca de 1.500 km<sup>3</sup>, para um volume de cerca de 4.000 km<sup>3</sup> (Shiklomanov, 1999), devido ao crescimento demográfico, à expansão urbana, ao desenvolvimento industrial e, principalmente, ao aumento das áreas agrícolas irrigadas, as quais aumentaram cerca de 100 milhões de hectares (PNUMA, 2004).

A agricultura, devido às culturas que necessitam de irrigação, é o sector que consome mais água a nível mundial (ver Tabela 2.3.3.) e, conseqüentemente, o que mais contribui para a situação de *stress* hídrico severo. Cerca de 20% de todas as culturas são irrigadas e contribuem para a produção de 40% de todos os alimentos (FAO, 2004). Entre 1900 e 1995, a área total irrigada aumentou cerca de 6 vezes, atingindo 255 milhões de hectares, uma área superior a 2,5 vezes o Egipto. A extracção de água para a agricultura chega a atingir valores acima de 80% na África Oriental, bacia do mar de Aral e Médio Oriente, atingindo 90% no Norte de África, 92% na África Oriental e 94% no Sul da Ásia. No caso da bacia do mar de Aral, os caudais dos rios Amu Darya e Syr Darya, que desaguam no mar de Aral, diminuíram 75% e o nível deste mar desceu 16 m entre 1962 e 1994, levando à extinção da maioria das espécies de peixes (WCW, 1999).

Para além da expansão da agricultura irrigada, existe o grave problema da eficiência da irrigação, em termos da quantidade de água que é absorvida pelas plantas, a qual não excede os 50% e, por vezes, pode ser apenas de 30%, levando à existência de grandes perdas de água por evaporação e infiltração (PNUMA, 2004). Além disso, o uso da água numa bacia hidrográfica e o respectivo *stress* hídrico também dependem de factores globais como as necessidades mundiais de carne ou de cereais.

**Tabela 2.3.3. Extracção de água a nível mundial por sector, em 1995.**

<b>Região</b>	<b>População (10<sup>3</sup> hab.)</b>	<b>Doméstico (%)</b>	<b>Indústria (%)</b>	<b>Agricultura (%)</b>	<b>TOTAL (km<sup>3</sup>)</b>
<b>América do Norte</b>	300.496	12	48	40	533
<b>América Central</b>	153.996	8	22	71	126
<b>América do Sul</b>	317.477	18	16	65	157
<b>Europa Ocidental</b>	444.632	16	42	42	290
<b>Europa Oriental</b>	129.050	12	43	45	85
<b>CEI<sup>1</sup></b>	231.619	16	52	32	120
<b>Bacia do Mar de Aral<sup>2</sup></b>	53.942	2	9	89	154
<b>Médio Oriente</b>	177.471	5	5	90	198
<b>Norte de África</b>	160.387	8	6	86	98
<b>África Oriental</b>	173.266	7	1	92	34
<b>África Ocidental</b>	207.217	24	8	68	13
<b>África Central</b>	72.455	46	10	44	2
<b>África Austral</b>	106.127	17	9	74	20
<b>Austrália</b>	23.202	12	27	61	27
<b>Japão</b>	125.068	19	32	49	89
<b>China</b>	1.329.580	11	16	74	611
<b>Sul da Ásia</b>	1.222.870	3	3	94	832
<b>Sudeste Asiático</b>	449.270	14	18	68	183
<b>Mundo</b>	5.678.130	10	21	69	3.572

Notas: (1) Comunidade dos Estados Independentes (antigas repúblicas soviéticas);

(2) Tadjiquistão, Turcomenistão, Uzbequistão, Quirguistão e Cazaquistão.

Fonte: Alcamo, Henrichs & Rösch (2000)

Para se evitar a escassez de água, deve-se proceder a alterações estruturais na agricultura e nos hábitos alimentares, tais como (Alcamo, Henrichs & Rösch, 2000):

- ◆ Diminuir o consumo excessivo de carne, de modo a diminuir a crescente necessidade de terrenos irrigados para alimentar os animais. De facto, a produção de 1 kg de carne exige cerca de 13.000 L de água, enquanto que para produzir 1 kg de batatas é necessário 100 L de água (WWC, 2006a);
- ◆ Não utilizar as bacias dos rios com *stress* hídrico severo para culturas irrigadas;

- ◆ Utilizar culturas que necessitem de menor quantidade de água e que sejam apenas irrigadas pela água da chuva;
- ◆ Utilizar a irrigação gota a gota, já que a quantidade de água absorvida pelas plantas aumenta para 95%, diminuindo significativamente as perdas por evaporação e infiltração (McKinney, 2003).

Na Europa, são extraídos anualmente cerca de 300 km<sup>3</sup> (300 biliões de litros) de água, o que corresponde aproximadamente a 10% dos recursos hídricos de água doce disponíveis e a cerca de 21% dos recursos hídricos renováveis de água doce. Em 2000, a maioria desta água era usada na agricultura (32%) e na refrigeração de sistemas de produção de energia eléctrica (31%). A restante era utilizada nas habitações (24%) e na indústria (13%) (ver Tabela 2.3.4.). Alguma desta água é devolvida com maior ou menor grau de contaminação e pode ser reutilizada. Uma quantidade considerável é consumida, não sendo devolvida para os recursos hídricos (cerca de 80% para a agricultura, 20% para as habitações e indústrias e 5% para a geração de energia), ou evapora (cerca de 80% da água utilizada na agricultura para irrigação evapora) (EEA, 2005).

Na década de 1990, verificou-se uma diminuição geral na extracção total de água na Europa, devendo continuar a diminuir cerca de 11% entre 2000 e 2030 (ver Tabela 2.3.4.), principalmente devido a uma diminuição de 68% que se poderá verificar na extracção de água para a produção de energia eléctrica. De facto, está previsto a construção de novas centrais eléctricas com torres de refrigeração, que necessitam apenas de 4,5 m<sup>3</sup>/MWh de água, contra 180 m<sup>3</sup>/MWh necessários para o sistema de refrigeração utilizado nas centrais mais antigas. Assim, mesmo que aumente as necessidades em energia eléctrica, a extracção de água não será muito afectada se as novas centrais possuírem torres de refrigeração (EEA, 2005). No entanto, entre 2000 e 2030, nos restantes sectores, a extracção de água anual na Europa deve aumentar (ver Tabela 2.3.4.):

- ◆ 3% nas habitações, principalmente nas áreas urbanas de algumas cidades do Leste da Europa;
- ◆ 11% na agricultura, devido ao aumento da área irrigada em mais de 20%, nos países do Sul da Europa, e devido ao aumento da temperatura e à redução da precipitação<sup>7</sup>;
- ◆ 43% na indústria, principalmente nos países candidatos à UE e nos novos Membros.

<sup>7</sup> Mesmo que a área irrigada se mantenha constante e que se melhore a eficiência das técnicas de irrigação, as mudanças climáticas podem aumentar a extracção de água em cerca de 5%.

**Tabela 2.3.4. Extracção anual de água na Europa.**

	Norte da Europa <sup>1</sup>		Sul da Europa <sup>2</sup>		Novos membros <sup>3</sup>		Candidatos <sup>4</sup>		Europa	
Sectores	2000	2030	2000	2030	2000	2030	2000	2030	2000	2030
<b>Agricultura (%)</b>	3	-11	44	+14	7	+0	60	+10	32	+11
<b>Energia (%)</b>	45	-73	23	-63	61	-75	15	-48	31	-68
<b>Indústria (%)</b>	20	+30	11	+24	10	+94	9	+124	13	+43
<b>Habitacões (%)</b>	32	-18	22	-6	22	+74	16	+60	24	+3
<b>TOTAL (km³)</b>	90,1	60,5	136,6	126,8	23,3	16,6	57,5	68,6	307,6	273,3

Notas: Os sinais "+" e "-" indicam um aumento e uma diminuição da quantidade de água extraída;

(1) Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Holanda, Irlanda, Luxemburgo, Noruega, Reino Unido, Suécia e Suíça;

(2) Espanha, França, Grécia, Itália e Portugal;

(3) Chipre, Eslováquia, Eslovénia, Estónia, Hungria, Látvia, Lituânia, Malta, Polónia e República Checa;

(4) Bulgária, Roménia e Turquia.

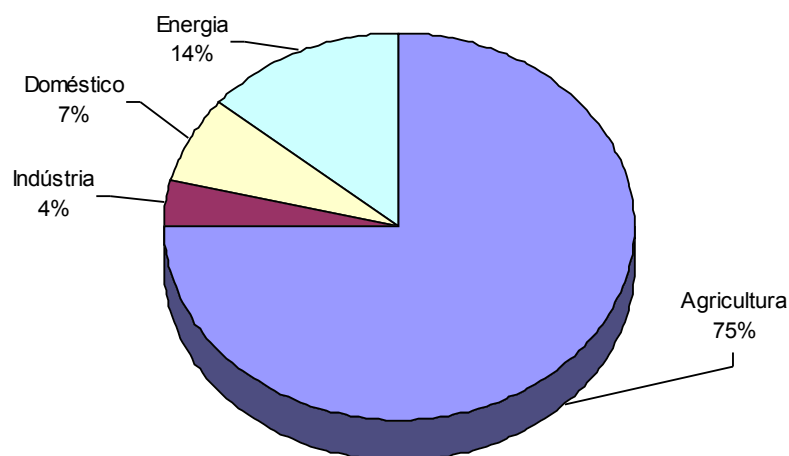
Fonte: EEA (2005)

Nos países do Sul da Europa, onde os recursos hídricos são menos abundantes, a pressão sobre os recursos hídricos pode atingir um *stress* hídrico severo durante o Verão, quando o consumo de água para as necessidades agrícolas (mais de 40%) e turísticas é mais elevado. As bacias hidrográficas mais afectadas pelo *stress* hídrico situam-se nos grandes centros urbanos e nas regiões mais secas e de irrigação intensiva, como as dos rios Guadalquivir (*stress* hídrico = 0,85), Tejo (*stress* hídrico = 0,45) e Guadiana (*stress* hídrico = 0,4) e as das regiões do Sul da Itália, da Grécia e da Turquia. Estas bacias hidrográficas devem continuar nesta situação ou aumentar o nível de *stress* hídrico durante as próximas décadas, principalmente devido ao aumento da extracção da água para irrigar as áreas agrícolas, cada vez mais extensas. Nestes casos, o equilíbrio ecológico e a qualidade da água pode deteriorar-se rapidamente, em consequência da diminuição dos níveis de água nos recursos hídricos e do aumento dos escoamentos agrícolas poluídos, por exemplo, com nitratos e pesticidas. Outra consequência importante do *stress* hídrico é que pode afectar a frequência das secas, no Sul da Europa, e das inundações, no Norte da Europa (EEA, 2005).

A maioria da Europa central também apresenta níveis relativamente elevados de extracção de água, comparados com a respectiva disponibilidade hídrica, que se destinam frequentemente para a produção de electricidade. Se esta extracção baixar, devido à construção de novas centrais eléctricas com torres de refrigeração, o *stress* hídrico das regiões da Europa

central, particularmente das bacias centrais dos rios Reno e Elba, deve diminuir significativamente. O mesmo poderá acontecer na maioria das grandes bacias europeias (EEA, 2005).

Em Portugal, no final da década de 1990, a agricultura consumia 75% do total de água extraída, mais do que a média mundial e europeia (ver Figura 2.3.4.). Em 2002, cerca de 64% do consumo de água para irrigação agrícola provinha de origens subterrâneas, devido à importância do regadio privado no total da área equipada com infra-estruturas de rega no país. Apenas 12% da área de regadio tinha uma origem maioritariamente superficial (IA, 2005a).



**Figura 2.3.4. Extracção de água em Portugal por sectores, em 1999.**

Fonte: IA (2005)

Os maiores consumos de água no sector agrícola estavam associados às bacias hidrográficas de maior área, designadamente, as do Tejo e do Douro. No entanto, comparando com a área de superfície agrícola utilizada (SAU), a área irrigada era mais relevante nas bacias hidrográficas do Ave e do Leça. Em Portugal, a SAU era aproximadamente 15%, sendo o quinto país com maior SAU da União Europeia. Em termos de área total de solo irrigada, Portugal encontrava-se abaixo da média comunitária, com cerca de 600.000 ha. Apesar da área de solo irrigada na UE ter aumentado 33% desde 1980, atingindo cerca de 1.000.000 ha em 2002, em Portugal não se tem registado grandes variações (IA, 2005a).

Entre 1991 e 2004, a quantidade de água captada para abastecimento público<sup>8</sup> aumentou 25%, ultrapassando o volume de 1 milhão de metros cúbicos (IA, 2005b; INE, 2005a). Em 2004, as câmaras municipais e os serviços municipalizados captaram 43% da água (75% de origem subterrânea, o que reflecte a importância dos aquíferos) e os restantes 57% (maioritariamente de origem superficial) foram captados por outras entidades gestoras de sistemas de abastecimento público de água (ver Tabela 2.3.5.).

<sup>8</sup> Inclui a água consumida pelos vários sectores, desde que estejam ligados à rede de abastecimento de água.

**Tabela 2.3.5. Volumes de água captada para abastecimento por regiões, em 2004.**

		Câmaras municipais e serviços municipalizados				Outras entidades gestoras
		Com tratamento numa ETA		Sem tratamento numa ETA <sup>a</sup>		
Unidade: 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	TOTAL	Origem Superficial	Origem Subterrânea	Origem Superficial	Origem Subterrânea	
Regiões						
Portugal	1 019 517	94.816	82.077	16.697	247.939	577.988
Continente	915 695	94.336	61.095	16.318	216.372	527.574
Norte	242 546	45.892	7.119	9.504	22.581	157.450
Centro	201 217	33.869	46.451	6.796	60.383	53.718
Médio Tejo	20 813	1.746	3.244	148	6.520	9.155
Lisboa	325 698	493	536	0	77.689	246.980
Alentejo	71 229	14.068	6.961	18	43.832	6.350
Algarve	75 005	14	28	0	11.887	63.076
Açores	44 858	480	20.982	379	23.017	0
Madeira	58 964	0	0	0	8.550	50.414

Notas: (a) A água captada apenas necessita de ser filtrada e desinfectada;

O município de Torres Novas pertence à região Centro (Médio Tejo);

Por razões de arredondamento, os totais podem não corresponder à soma das parcelas.

Fonte: INE (2005a)

Os maiores volumes de água captada verificaram-se nas regiões de Lisboa, Norte e Centro, responsáveis por cerca de 75% do total da água captada. Cerca de 26% da água captada não era tratada numa estação de tratamento de águas (ETA), sendo sujeita apenas a simples processos de filtragem e/ou desinfecção. Este tipo de tratamento só se verificava na água captada pelas câmaras municipais e serviços municipalizados, já que toda a água captada pelas outras entidades gestoras era tratada em ETA, antes de ser distribuída pelas populações. A maioria da água que não é tratada numa ETA tem origem subterrânea (75%), já que este tipo de água apresenta uma qualidade superior à de origem superficial (ver Tabela 2.3.5.).

No entanto, em 2004, para além da água desperdiçada pelos consumidores, cerca de 34% da água captada para abastecimento público não foi aproveitada, devido a perdas nos sistemas de abastecimento de água, tendo sido efectivamente consumida apenas cerca de 669

milhões de metros cúbicos (66%) (ver Tabela 2.3.6.). Embora toda a água consumida para uso urbano seja inferior às perdas registadas no sector agrícola, as perdas nos sistemas públicos de abastecimento são de água para consumo humano com requisitos de qualidade muito superiores, o que implica custos mais elevados de produção (IRAR, 2005a).

**Tabela 2.3.6. Consumo de água distribuída pelos serviços de abastecimento públicos, em 2004.**

Unidade: 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

Regiões	População <sup>d</sup> (10 <sup>3</sup> hab.)	Tipo de consumo			TOTAL	Capitação (L/hab/dia)
		Doméstico <sup>a</sup>	Industrial <sup>b</sup>	Outros <sup>c</sup>		
<b>Portugal</b>	10.529	492.729	99.626	76.426	668.781	174
<b>Continente</b>	10.044	450.760	88.367	62.868	601.995	164
<b>Norte</b>	3.727	118.898	18.721	16.354	153.973	113
<b>Centro</b>	2.377	103.637	17.562	13.721	134.920	156
<b>Médio Tejo</b>	231	10.816	2.141	1.493	14.450	171
<b>Lisboa</b>	2.761	154.682	37.207	26.938	218.827	217
<b>Alentejo</b>	768	37.600	5.921	1.972	45.493	162
<b>Algarve</b>	412	35.943	8.956	3.883	48.782	324
<b>Açores</b>	241	18.457	3.733	3.129	25.319	288
<b>Madeira</b>	244	23.512	7.526	10.429	41.467	466

Notas:

(a) Consumo efectuado pelas residências e pelo sector dos serviços, incluindo autarquias locais, escolas, estabelecimentos do Estado (excepto os fabris), instituições particulares de solidariedade social, colectividades, entre outros;

(b) Consumo efectuado pelas indústrias, incluindo a hoteleira e de restauração;

(c) Consumo efectuado com a segurança contra incêndios, lavagem de ruas, rega dos jardins públicos, entre outros;

O município de Torres Novas pertence à região Centro (Médio Tejo);

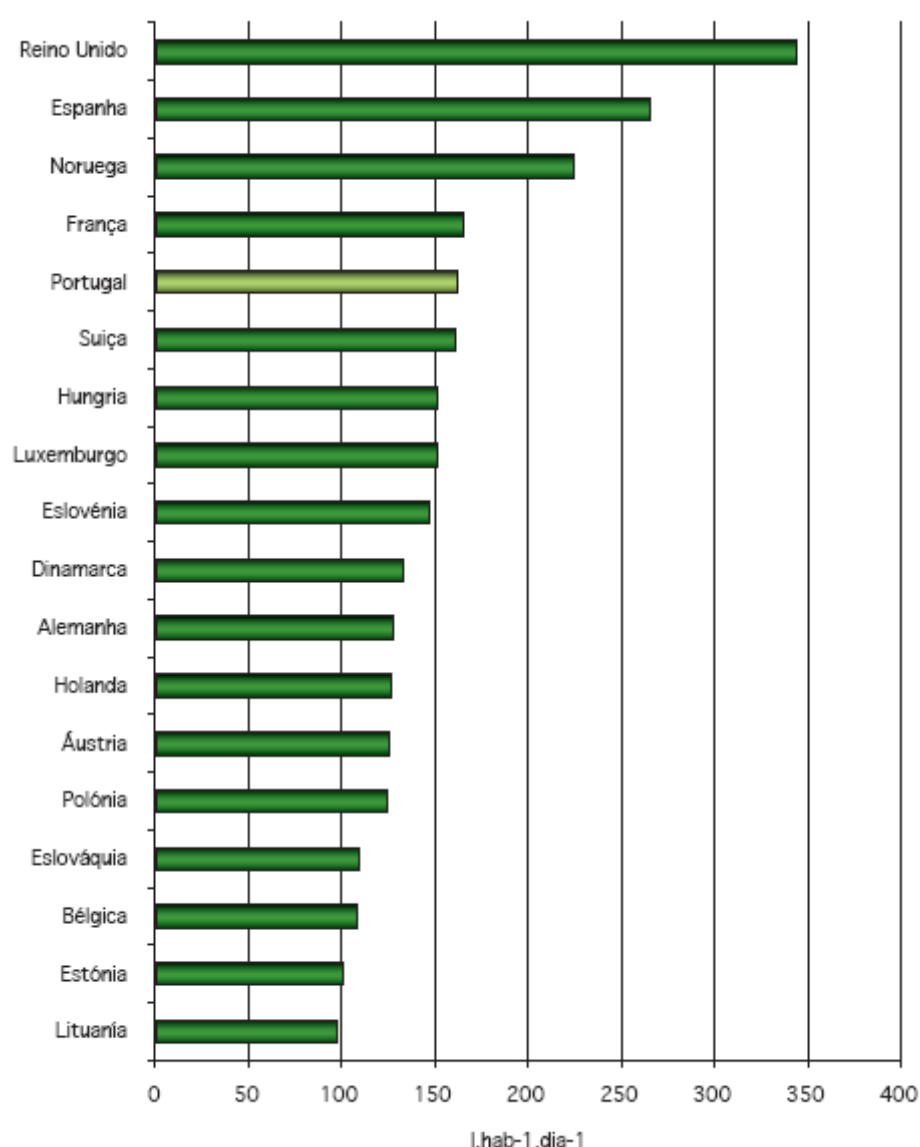
Por razões de arredondamento, os totais podem não corresponder à soma das parcelas.

Fonte: INE (2005a), excepto (d) INE (2005b)

Os maiores consumos de água verificaram-se nas regiões de Lisboa, Norte e Centro, onde os volumes de água captada também foram maiores, devido ao elevado número de habitantes destas regiões. O consumo doméstico equivalia a 74% do total, o consumo industrial a 15% e os outros consumos a 11%. O consumo agrícola não foi contabilizado porque, normalmente, a água utilizada por este sector não é fornecida pelos sistemas de abastecimento público, sendo captada directamente de rios, lagos ou albufeiras. O consumo *per capita*

(capitação) variava entre 113 e 466 L/hab/dia, nas regiões Norte e Madeira, respectivamente (ver Tabela 2.3.6.). O baixo nível de consumo de água *per capita* na região Norte deve-se, principalmente, à baixa percentagem de população servida pelos sistemas públicos de abastecimento de água, em consequência da maior disponibilidade de água que leva à existência de um grande número de captações individuais. O elevado nível de consumo de água *per capita* nas regiões da Madeira e do Algarve deve-se, principalmente, ao efeito da população flutuante associada à actividade turística (INE, 2005d).

Entre 2002 e 2004, o consumo de água aumentou 2,6% (2% entre 2003 e 2004). Os maiores aumentos registaram-se nas regiões dos Açores (26%) e Madeira (16%). As regiões do Norte e Alentejo foram as únicas que registaram uma diminuição do consumo (INE, 2005a).



**Figura 2.3.5. Capitação de água em vários países europeus, em 2004.**

Fonte: IRAR (2005a)



Normalmente, o consumo de água aumenta com a concentração da população junto aos aglomerados de grandes dimensões (zonas urbanas), e com a correspondente mudança de hábitos de vida. Apesar do aumento do consumo de água verificado em Portugal (em 1994, a capitação média nacional era de 101 L/hab/dia, contra os 174 L/hab/dia verificados em 2004), a média nacional encontra-se dentro dos valores considerados normais para as zonas urbanas (IRAR, 2005a). Comparando a capitação de água nacional com a de outros países, verifica-se que Portugal apresenta valores semelhantes à maioria dos países da Europa (ver Figura 2.3.5.).

Em 2001, na sequência das metas estabelecidas no Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais e dos diagnósticos realizados pelos Planos de Bacia Hidrográfica e pelo Plano Nacional da Água, surgiu o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (LNEC & ISA, 2001). O seu objectivo é avaliar a eficiência de utilização da água em Portugal e propor um conjunto de medidas concretas que conduzam à alteração das práticas actuais e a uma utilização eficiente desse recurso, contribuindo para minimizar os riscos de *stress* hídrico, reduzir a produção de águas residuais e melhorar as condições ambientais nos meios hídricos (IA, 2005a):

- ◆ Quanto ao consumo urbano (doméstico), pretende-se atingir uma eficiência de utilização da água de 80%, sendo a actual de cerca de 58%, principalmente devido à redução dos consumos nos autoclismos e nos duches/banhos, e à diminuição das perdas de água nos sistemas de abastecimento públicos;
- ◆ Quanto ao sector agrícola, pretende-se aumentar a actual eficiência de utilização de 58% para 66%, principalmente devido à diminuição do recurso à rega por gravidade;
- ◆ Quanto ao sector industrial, pretende-se aumentar a actual eficiência de utilização de 71% para 84%, principalmente na indústria transformadora;
- ◆ Penalizar os consumidores que mais desperdicem, através da alteração dos tarifários e intervalos de facturação.

## **2.4. ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS**

Em 1977, realizou-se na Argentina (Mar del Plata) uma das primeiras conferências das Nações Unidas sobre a água (Conference on Water), onde se abordou a importância do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais para melhorar as condições de vida das populações. Desta conferência resultou a Década Internacional de Água Potável e Saneamento (1981 - 1990), durante a qual as Nações Unidas e outras organizações internacionais se empenharam para garantir o fornecimento de serviços de abastecimento de água e saneamento adequados para todas as pessoas (CSD, 1997a, 1997b; 2000; WHO/UNICEF JMP, 2000).

O abastecimento de água é considerado adequado quando existe acesso a água potável, através de uma canalização instalada na habitação, torneira pública, poço com bomba, depósito protegido, nascente protegida ou água da chuva. Fontes de água não adequadas incluem água superficial não tratada (rios, ribeiros, canais, albufeiras, lagos e lagoas), poços e nascentes não protegidas, água engarrafada (tendo em conta a quantidade de água fornecida e não a sua qualidade), vendedores de água ao domicílio e camiões cisterna. O acesso a água potável é considerado razoável quando existe uma disponibilidade de pelo menos 20 litros por pessoa e por dia, num raio de um quilómetro. O saneamento de águas residuais é considerado adequado quando se realiza através de uma latrina privada e com condições de higiene, ligada a um esgoto público coberto ou a uma fossa séptica (latrina com descarga, de fossa coberta ou de fossa ventilada), de modo a que não haja contacto humano com as fezes e a urina. Não são consideradas adequadas as latrinas de balde, de fossa aberta, públicas ou partilhadas (UNEP, 2006a; PNUD, 2003; WHO/UNICEF JMP, 2000, 2004).

Por vezes não se atingem as metas numéricas dos objectivos das Nações Unidas, como no caso da Década Internacional do Abastecimento de Água Potável e do Saneamento, durante a qual praticamente nenhum país em desenvolvimento atingiu a cobertura universal dos serviços referidos. Mas a fixação de objectivos mundiais é importante porque chama a atenção para determinadas necessidades, levando a que se façam enormes progressos, tal como aconteceu na década de 1980, em que o acesso a abastecimento de água aumentou 130% e o acesso a saneamento 266%, valores muito superiores aos dos anos de 1970 ou 1990 (PNUD, 2003).

Durante a década de 1990, em África, América Latina e Caraíbas, e Ásia, regiões que abrangem cerca de 83% da população mundial e a maioria dos países em desenvolvimento, o aumento foi cerca de 5% para o abastecimento de água e 9% para o saneamento (a nível mundial o aumento foi de 3% e 5%, respectivamente) (WHO/UNICEF JMP, 2000). Mesmo que este

nível de progresso se mantenha, o acesso a água potável para todas as pessoas não será atingido antes de 2050 em África, 2025 na Ásia e 2040 na América Latina e Caraíbas (CSD, 2000).

O progresso a nível do saneamento foi melhor, principalmente na América Latina e Caraíbas e na Ásia (WHO/UNICEF JMP, 2000), mas continua sendo baixo, tendo em conta que o número de pessoas sem acesso a saneamento é muito superior ao número de pessoas sem acesso a água potável. Isto acontece porque se a procura de água potável é evidente, a procura de saneamento adequado depende muito da educação das populações em higiene. Normalmente, as famílias pobres têm que tomar a iniciativa de instalar sistemas de saneamento nas respectivas casas e, muitas vezes, têm que financiar os custos. Se não estiverem convencidas de que esse investimento é necessário para melhorar as suas condições de vida, nomeadamente em termos de saúde, é improvável que o façam (PNUD, 2003).

A nível mundial, durante a década de 1990, registou-se um aumento de 1% no número de pessoas sem acesso a abastecimento de água nas zonas urbanas. Verificou-se também um aumento de 1% no número de pessoas sem acesso a saneamento em África: 4% nas zonas rurais e 1% nas zonas urbanas (WHO/UNICEF JMP, 2000). Estes valores contribuem para o progresso lento referido, que se deve a vários factores (WHO/UNICEF JMP, 2004):

- ◆ Rápido crescimento da população e à sua concentração nas zonas urbanas pobres dos países em desenvolvimento (estima-se que em 2025 existam mais 1,7 mil milhões de pessoas nas zonas urbanas), cujas condições de vida dificultam a implementação de sistemas adequados de abastecimento e saneamento (CSD, 2000);
- ◆ Falta de investimentos em infra-estruturas de água e saneamento. Normalmente, os maiores investimentos realizam-se apenas para servir as zonas mais ricas das cidades, restando poucos recursos para investir nas zonas urbanas pobres e nas zonas rurais. Assim, mesmo quando existem sistemas de abastecimento e de saneamento nestas zonas, a sua manutenção não costuma ser frequente (PNUD, 2003). Além disso, a maior parte do financiamento é direccionado para grandes sistemas e para países menos necessitados – apenas 12% da ajuda pública ao desenvolvimento para água foram para países onde menos de 60% da população têm acesso a água potável (OECD, 2003);
- ◆ Gestão inadequada dos recursos hídricos;
- ◆ Poluição das fontes de água de abastecimento;
- ◆ Desastres naturais (nomeadamente secas e cheias);
- ◆ Conflitos sociais, políticos ou militares.

Quando os serviços de água e saneamento são fornecidos pelo Estado, o que acontece na maioria dos países em desenvolvimento, a recuperação do investimento cobre apenas parte do capital investido e dos custos recorrentes das infra-estruturas e dos serviços, pelo que as tarifas não costumam ser elevadas (PNUD, 2003). Isto pode levar a que, por falta de verbas, o serviço público não seja eficiente. Uma das maneiras de mobilizar mais recursos para melhorar os serviços de água e saneamento é a sua privatização. Existem vários casos de sucesso, com o crescimento dos serviços para as comunidades pobres de grandes cidades (tais como Buenos Aires, na Argentina e Manila, nas Filipinas), mas a privatização também levou a recuos nos acordos com os governos e à aplicação de taxas muito elevadas, prejudicando ainda mais o acesso à água e saneamento por parte das pessoas pobres (Landingin, 2003; Lobina, 2000; Pauw, 2003; PNUD, 2003).

O êxito da privatização dos serviços de água depende em grande medida do empenhamento político, de legislação adequada e do apoio de várias entidades, indispensável para salvaguardar o interesse das populações, nomeadamente das mais carenciadas. As elevadas tarifas que tendem a acompanhar a privatização podem ser compensadas por subsídios visando as pessoas pobres. No Chile, os subsídios governamentais garantiram que nenhuma família gastasse mais de 5% do seu rendimento em água (Leipziger & Foster, 2002). Na África do Sul, o governo implementou uma política que garantia o fornecimento gratuito às famílias mais pobres dos primeiros 6.000 litros de água de cada mês (WSP-AF, 2002). No entanto, a privatização não tem que ser vista como a única opção para reformar serviços públicos ineficazes, pois também existem sistemas públicos bem sucedidos, como por exemplo em Bogotá, capital da Colômbia (Ronderos, 2003).

Normalmente, as companhias privadas não estão interessadas em fornecer serviços de água e saneamento nas zonas rurais e urbanas de países de rendimento médio ou baixo (nomeadamente nos bairros pobres que se vão construindo na periferia das cidades, em consequência do aumento da população urbana), por serem consideradas não lucrativas ou pela dimensão dos investimentos necessários. Devido a estas razões, apenas cerca de 5% da população mundial recebe água de companhias privadas. A maioria das privatizações de serviços de água e saneamento ocorreu através de parcerias público-privado em áreas urbanas, tendo quase todas ocorrido nos anos de 1990 em países altamente urbanizados (PNUD, 2003). Nos países em desenvolvimento, o sector público nacional financia entre 65% a 70% da infra-estrutura da água, os doadores, 10% a 15%, as companhias privadas internacionais, 10% a 15% e o sector privado nacional, 5%. (WPFWI, 2003).

Nas zonas onde o estado ou as companhias privadas não fornecem os serviços adequados de abastecimento de água e saneamento, as pessoas têm que pagar preços exorbitantes

pela água a camiões cisterna privados, explorados por pequenos vendedores, e recorrer a tecnologias de baixo custo, como bombas manuais, sistemas alimentados pela gravidade, recolha de águas pluviais e latrinas ligadas a fossas, apesar de ser pequeno o número de projectos que recorrem a estas tecnologias (PNUD, 2003).

Apesar dos obstáculos referidos, o acesso a água potável e saneamento adequado pode ser aumentado através da descentralização das responsabilidades, permitindo que os serviços de abastecimento de água e saneamento sejam geridos pelas autoridades e comunidades locais, com o apoio de organizações não governamentais e de outras instituições (Dubreuil, 2006). Por exemplo, o programa Agua Para Todos/Water for All, desenvolvido em Cochabamba (Bolívia), fornece todos os recursos necessários (matérias-primas, formação específica e crédito) para as comunidades locais construírem e gerirem os seus próprios sistemas de abastecimento de água, o que reduz muito o custo da água. Este programa recebeu em 2005 o Prémio Seed, uma competição internacional para encontrar as melhores parcerias, entre comunidades locais, organizações não governamentais, empresas e instituições públicas, que contribuam com soluções inovadoras para o desenvolvimento sustentável (IUCN, UNDP & UNEP, 2005).

As mulheres podem ter um papel muito importante, criando novos empregos e contribuindo para o desenvolvimento local e para melhorar as condições de vida, tal como aconteceu na Índia, Bangladesh, Honduras, Ucrânia e em alguns países da África Subsaariana (UNESCO, 2006c; WEDO, 2003). Os governos também devem investir em tecnologias adequadas de baixo custo, acessíveis às famílias mais pobres e assegurar que estas tenham acesso aos serviços de água e saneamento, através de encargos mais baixos subsidiados pelas pessoas mais ricas, que poderão pagar mais por esses serviços (PNUD, 2003).

Em 2000, nos países desenvolvidos (Austrália, Japão e países da Europa e América do Norte), mais de 90% das pessoas tinham ligação doméstica a água canalizada e a rede de esgotos, mas no resto do mundo a situação era muito diferente. Apesar de 82% da população mundial (4,9 mil milhões) ter acesso a abastecimento de água e 60% (3,6 mil milhões) ter acesso a saneamento, as carências nestes serviços revelavam os seguintes números (CSD, 2000; PNUD, 2003; WHO/UNICEF JMP, 2000):

- ◆ Cerca de 1,1 mil milhões de pessoas de todo o mundo (18%), sendo cerca de mil milhões nos países em desenvolvimento (20% da sua população), não tinham acesso a abastecimento de água;
- ◆ Mais do dobro, cerca de 2,4 mil milhões de pessoas (40%), sendo cerca de 2,3 mil milhões nos países em desenvolvimento (46% da sua população), não tinham acesso a saneamento;

- ◆ Nos países em desenvolvimento apenas cerca de 47% da população tinha acesso a água canalizada em casa (24% em África, 49% na Ásia e 66% na América Latina e Caraíbas);
- ◆ Nos países em desenvolvimento apenas cerca de 20% da população tinha acesso a saneamento com ligação a uma rede de esgotos (13% em África, 18% na Ásia e 49% na América Latina e Caraíbas);
- ◆ A Ásia acolhia 63% da população sem abastecimento de água (principalmente na China e na Índia) e a África acolhia 28% (principalmente na África Subariana). Quanto ao saneamento, 78% da população não servida encontrava-se na Ásia (principalmente na China e na Índia) e 13% na África (principalmente na África Subariana).

Em 2000, além das grandes diferenças entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento, também existiam grandes diferenças entre zonas urbanas e zonas rurais (CSD, 2000; WHO/UNICEF JMP, 2000):

- ◆ Cerca de 6% da população urbana mundial (173 milhões de pessoas) e cerca de 29% da população rural mundial (926 milhões de pessoas) não tinham acesso a abastecimento de água (nos países em desenvolvimento, os valores eram de 9% e 31%, respectivamente);
- ◆ Cerca de 14% da população urbana mundial (403 milhões de pessoas) e cerca de 62% da população rural mundial (2 mil milhões de pessoas) não tinham acesso a saneamento (nos países em desenvolvimento, os valores eram de 20% e 66%, respectivamente).

Como os dados de referência, utilizados para se atingir os mais recentes objectivos das Nações Unidas (reduzir para metade, até 2015, a proporção de pessoas sem acesso adequado a água potável e a saneamento – ver Anexo 1: Objectivos de Desenvolvimento do Milénio e Plano de Implementação da Cimeira Mundial do Desenvolvimento Sustentável de Joanesburgo), referem-se ao ano de 1990, significa que o ano de 2002 está situado a meio dessa meta. De facto, os últimos dados disponíveis são de 2002 (ver Tabelas 2.4.1. e 2.4.2.), sendo críticos para se calcular o progresso efectuado pelos diversos países e para se definir prioridades, especialmente em relação aos países com menos progressos (UNEP, 2006a; JMP, 2005; WHO/UNICEF JMP, 2004).

**Tabela 2.4.1. População com acesso adequado a água potável e com água canalizada em casa.**

Regiões	1990 (%)			2002 (%)			2015 (%)
	Urbana	Rural	TOTAL	Urbana	Rural	TOTAL	TOTAL
<b>África<sup>1</sup></b>	86	43	<b>57</b>	85	50	<b>64</b>	79
	58	8	<b>24</b>	51	11	<b>26</b>	-
<b>América Latina e Caraíbas</b>	93	58	<b>83</b>	95	69	<b>89</b>	92
	86	32	<b>70</b>	89	42	<b>78</b>	-
<b>América do Norte<sup>1</sup></b>	100	100	<b>100</b>	100	100	<b>100</b>	100
	100	100	<b>100</b>	100	94	<b>99</b>	-
<b>Ásia e Pacífico<sup>1</sup></b>	95	63	<b>73</b>	93	75	<b>82</b>	87
	68	21	<b>35</b>	71	24	<b>41</b>	-
<b>Médio Oriente</b> (inclui a Turquia)	94	65	<b>83</b>	95	74	<b>88</b>	92
	79	33	<b>62</b>	79	31	<b>63</b>	-
<b>Europa<sup>1</sup></b>	99	-	<b>-</b>	99	87 <sup>2</sup>	<b>96<sup>2</sup></b>	-
	92	62	<b>83</b>	94	66	<b>86</b>	-
<b>Países Desenvolvidos<sup>3</sup></b>	100	99	<b>100</b>	100	94	<b>98</b>	100
	99	89	<b>96</b>	99	88	<b>96</b>	-
<b>Países em Desenvolvimento</b>	93	59	<b>71</b>	92	70	<b>79</b>	86
	69	18	<b>36</b>	71	21	<b>42</b>	-
<b>MUNDO</b>	95	63	<b>77</b>	95	72	<b>83</b>	89
	79	25	<b>48</b>	79	27	<b>52</b>	-

Notas: O primeiro valor corresponde ao acesso adequado a água potável e o segundo valor corresponde à água canalizada em casa;

Os valores de 2015 representam a meta que deve ser atingida para se cumprir os objectivos das Nações Unidas;

(3) Austrália, Japão e países da América do Norte e da Europa.

Fonte: WHO/UNICEF JMP (2004) excepto (1) UNEP (2006a) e (2) WHO/UNICEF JMP (2000)

**Tabela 2.4.2. População com acesso a saneamento adequado.**

Regiões	1990 (%)			2002 (%)			2015 (%)
	Urbana	Rural	TOTAL	Urbana	Rural	TOTAL	TOTAL
<b>África<sup>1</sup></b>	62	27	<b>39</b>	63	30	<b>43</b>	70
<b>América Latina e Caraíbas</b>	82	35	<b>69</b>	84	44	<b>75</b>	85
<b>América do Norte<sup>1</sup></b>	100	100	<b>100</b>	100	100	<b>100</b>	100
<b>Ásia e Pacífico<sup>1</sup></b>	66	14	<b>30</b>	72	32	<b>46</b>	60
<b>Médio Oriente</b> (inclui a Turquia)	96	52	<b>79</b>	95	49	<b>79</b>	90
<b>Europa<sup>2</sup></b>	-	-	-	99	74	<b>92</b>	-
<b>Países Desenvolvidos<sup>3</sup></b>	100	99	<b>100</b>	100	92	<b>98</b>	100
<b>Países em Desenvolvimento</b>	68	16	<b>34</b>	73	31	<b>49</b>	67
<b>MUNO</b>	79	25	<b>49</b>	81	37	<b>58</b>	75

Notas: Os valores de 2015 representam a meta que deve ser atingida para se cumprir os objectivos das Nações Unidas;

(3) Austrália, Japão e países da América do Norte e da Europa.

Fonte: WHO/UNICEF JMP (2004) excepto (1) UNEP (2006a) e (2) WHO/UNICEF JMP (2000).

Relativamente ao ano 2000, os dados do ano 2002 apresentam uma melhoria de 1% para o acesso adequado a água potável (a nível global, urbano e rural), mas o acesso a saneamento adequado diminuiu 2% a nível global (5% a nível urbano e 1% a nível rural) e 5% a nível dos países em desenvolvimento (7% a nível urbano e 3% a nível rural). Este retrocesso no saneamento deve-se principalmente ao maior número de dados disponíveis e a um maior rigor na determinação dos dados (WHO/UNICEF JMP, 2004). As diferenças são pouco significativas em termos percentuais mas, em termos populacionais, correspondem a milhões de pessoas.

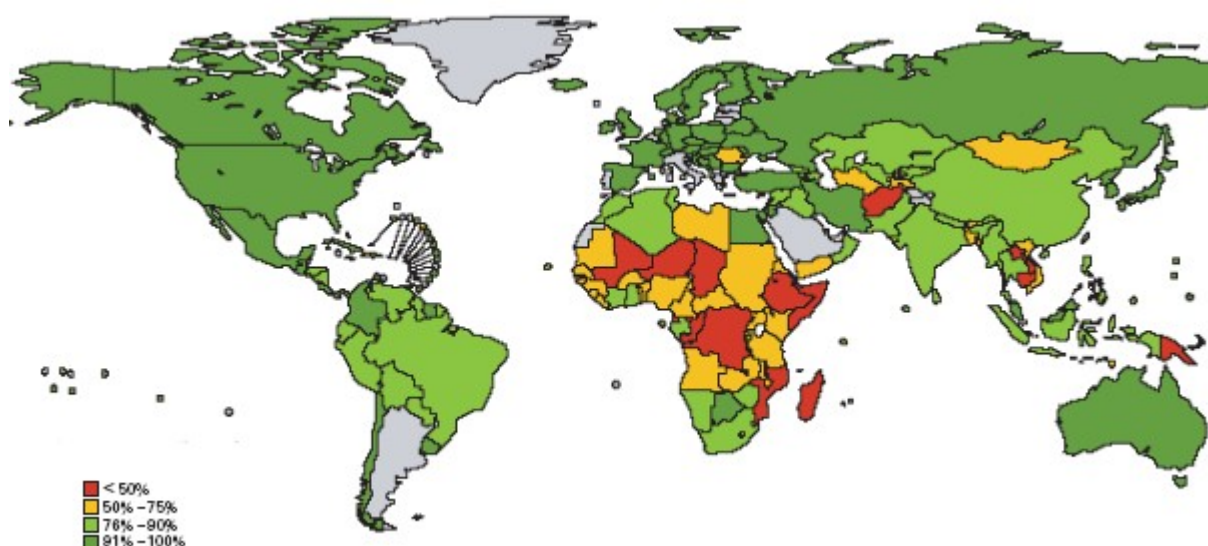
À excepção de África (nomeadamente a África Subsariana), todas as regiões do mundo deverão atingir, em 2015, a meta para o acesso adequado a água potável (ver Tabela 2.4.1.).



Em 2002, cerca de 83% população mundial tinha acesso adequado a água potável:

- ◆ 52% tinha água canalizada em casa;
- ◆ 31% tinha outro tipo de acesso adequado (torneira pública, poço com bomba, depósito protegido, nascente protegida ou água da chuva);
- ◆ 17% (cerca de 1,1 mil milhões de pessoas) não tinha acesso adequado a água, tendo que recorrer a rios, lagoas, poços e nascentes não protegidas, a vendedores de água ao domicílio e camiões cisterna.

Nos países desenvolvidos, entre 1990 e 2002, o acesso adequado a água potável nas zonas rurais diminuiu 5%, o que pode demonstrar um maior investimento nestes serviços nas zonas urbanas (ver Tabela 2.4.1.). Existiam 13 países com uma percentagem de acesso adequado a água potável inferior a 50%, salientando-se os seguintes países que apresentavam uma menor percentagem: Afeganistão (13%), Etiópia (22%), Somália (29%), Chade (34%) e Cambodia (34%) (ver Figura 2.4.1.).



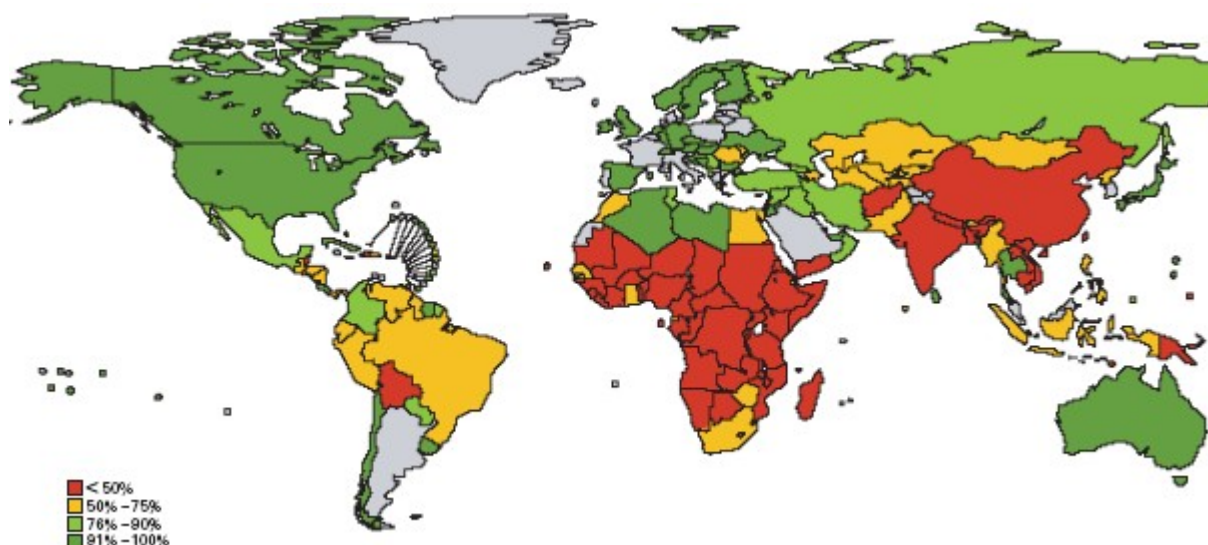
**Figura 2.4.1. População com acesso adequado a água potável em 2002.**

Fonte: WHO/UNICEF JMP (2004)

A meta para o saneamento adequado não deverá ser atingida pela maioria dos países em desenvolvimento, nomeadamente da África Subariana, do Médio Oriente, da Ásia (Índia, Indonésia e Rússia) e da América latina (Brasil, Bolívia e Peru) (ver Tabela 2.4.2.).

Nos países desenvolvidos, entre 1990 e 2002, o acesso ao saneamento nas zonas rurais diminuiu 7%, o que pode demonstrar um maior investimento nestes serviços nas zonas urbanas (ver Tabela 2.4.2.). Em 2002, cerca de 58% da população mundial tinha acesso adequado a saneamento, enquanto que 42% (cerca de 2,6 mil milhões de pessoas) ainda continuava sem condições de higiene, arriscando-se a entrar em contacto com as excreções humanas, o que é um factor importante de transmissão de doenças. Existiam 55 países cuja população

com acesso a saneamento adequado era inferior a 50% (27 tinham valores inferiores a 33%), salientando-se os seguintes países que apresentavam uma menor percentagem: Etiópia (6%), Chade (8%), Afeganistão (8%), Eritreia (9%) e Congo (9%) (ver Figura 2.4.2.).



**Figura 2.4.2. População com acesso a saneamento adequado em 2002.**

Fonte: WHO/UNICEF JMP (2004)

Estes dados mostram que o número de pessoas sem acesso a abastecimento de água e a saneamento ainda é elevado, mesmo nas grandes cidades e principalmente nos países em desenvolvimento, sendo muito superior no caso do saneamento e nas zonas rurais. Apesar de ainda se estar muito longe de se atingir os objectivos da Década Internacional de Água Potável e Saneamento, as Nações Unidas e outras instituições continuam a elaborar programas de intervenção para fornecer, o mais rapidamente possível, serviços de abastecimento de água e saneamento adequados para todas as pessoas – pelo menos de modo a reduzir para metade, até 2015, a proporção de pessoas sem acesso adequado a água potável e a saneamento. No Anexo 1, destaca-se algumas instituições e iniciativas neste âmbito, que já favoreceram milhões de pessoas em dezenas de países.

Para se atingir o objectivo referido, deve-se desenvolver acções a vários níveis (UN, 2005b):

- ◆ Desenvolver e executar sistemas eficientes de saneamento nas habitações;
- ◆ Melhorar o saneamento em instituições públicas, especialmente em escolas;
- ◆ Promover práticas seguras de higiene;
- ◆ Promover a educação ambiental de crianças;
- ◆ Promover tecnologias e práticas acessíveis e social e culturalmente aceitáveis;
- ◆ Desenvolver financiamentos inovadores e parcerias;
- ◆ Integrar o saneamento em estratégias de gestão dos recursos hídricos.

A qualidade dos serviços de abastecimento público de água e de saneamento de águas residuais urbanas em Portugal tem vindo a melhorar consideravelmente nas últimas três décadas. No entanto, apesar de existirem zonas do País com serviços cuja qualidade atinge os melhores níveis europeus, ainda há muito para fazer até se atingir uma situação equiparada à dos países mais desenvolvidos, que corresponde ao fornecimento daqueles serviços a todos os cidadãos, em quantidade e qualidade adequadas, de forma regular e contínua (IRAR, 2005c).

A diversidade de situações também se verifica nos modelos de gestão. Até ao início da década de 1990, os serviços de águas eram da responsabilidade das autarquias. A partir de 1993, ocorreram várias alterações, nomeadamente a criação de empresas públicas, privadas e mistas, especializadas na gestão e exploração dos serviços de abastecimento e de saneamento<sup>9</sup> (Baptista, Pássaro & Santos, 2005; IRAR, 2005b):

- ◆ Foram criados os sistemas multimunicipais em alta, que servem pelo menos dois municípios e que podem ser concessionados pelo Estado a empresas públicas ou mistas, em que nestas a maioria do capital pertence à empresa pública (empresas concessionárias multimunicipais, como por exemplo as empresas do grupo AdP - Águas de Portugal e associações de municípios);
- ◆ Os sistemas municipais, em baixa ou mistos, continuaram a ser geridos e explorados pelas autarquias (câmaras municipais e serviços municipalizados) ou, em regime de concessão, por associações de utilizadores, empresas públicas ou privadas (empresas concessionárias municipais, tais como a Aquapor-Luságua do grupo AdP, a Administração e Gestão de Sistemas de Salubridade do grupo Somague Ambiente, a Compagnie Générale des Eaux de Portugal e a Indáqua).

Estas alterações tiveram como objectivos reduzir os custos, aumentar a cobertura e melhorar a qualidade e a eficiência dos serviços. De facto, os investimentos realizados nos sistemas multimunicipais e municipais contribuíram para uma evolução positiva dos serviços de águas, salientando-se (Baptista et al., 2005a):

- ◆ O reforço dos sistemas de drenagem e tratamento das águas residuais, de modo a proteger os recursos hídricos e, consequentemente, as captações superficiais;
- ◆ A criação de perímetros de protecção das captações subterrâneas;
- ◆ A reabilitação e construção de novas estações de tratamento de água destinada ao consumo humano e de estações de tratamento de águas residuais;
- ◆ Um maior controlo dos sistemas de abastecimento e de drenagem, nomeadamente em relação ao controlo da qualidade da água.

---

<sup>9</sup> As entidades gestoras dos serviços de abastecimento público de água e de saneamento de águas residuais podem ser consultadas no *site* do IRAR (<http://www.irar.pt>).

As empresas concessionárias de sistemas multimunicipais e municipais de abastecimento e de saneamento são reguladas e avaliadas pelo IRAR. O resultado da avaliação da qualidade dos serviços prestados por estas entidades gestoras é publicado no Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP), que pode ser consultado no *síte* do IRAR. Em 2004, a qualidade de serviço prestado pelas entidades gestoras analisadas pelo IRAR, com elevados níveis de exigência, era globalmente positiva, com cerca de 69% de avaliações satisfatórias e medianas (IRAR, 2005c).

A qualidade de serviço prestado pelas concessionárias municipais em baixa é um pouco inferior à do serviço prestado pelas entidades gestoras concessionárias multimunicipais em alta, já que estas operam sistemas maioritariamente recentes e modernos, contrariamente às primeiras, que operam sistemas maioritariamente envelhecidos e degradados. A qualidade de serviço prestado no abastecimento público de água é ligeiramente melhor do que a qualidade de serviço prestado no saneamento de águas residuais urbanas, principalmente devido à prioridade que em geral é dada ao abastecimento de água às populações. Para que a qualidade destes serviços melhore, o IRAR recomenda às entidades gestoras as seguintes prioridades (IRAR, 2005c):

- ◆ Investir na expansão dos sistemas, de modo a aumentar o número de pessoas que utilizam os serviços;
- ◆ Investir na reabilitação dos sistemas, nomeadamente de condutas, ramais e colectores, de modo a evitar o seu envelhecimento e a reduzir o número de avarias, de fugas de água e de obstrução de colectores;
- ◆ Assegurar o tratamento efectivo da totalidade das águas residuais recolhidas, procedendo à ligação das redes de drenagem às ETAR;
- ◆ Investir em estações de tratamento, de modo a melhorar a sua eficiência e a se cumprir os parâmetros de qualidade da água para consumo humano e das águas residuais, garantindo a qualidade de vida dos cidadãos, a saúde pública e o equilíbrio dos ecossistemas;
- ◆ Realizar todas as análises à qualidade da água exigidas pela legislação, aspecto essencial à salvaguarda da qualidade do serviço;
- ◆ Cumprir os licenciamentos das captações de água para consumo humano;
- ◆ Aumentar a capacidade de armazenamento de água tratada;
- ◆ Investir em infra-estruturas de tratamento de lamas ou adopção de outras soluções economicamente viáveis, de modo a garantir um destino final adequado das lamas, evitando potenciais contaminações dos recursos naturais;
- ◆ Minimizar ou anular a ocorrência de inundações provocadas por deficiências na rede de drenagem de águas residuais;

- ◆ Melhorar a eficiência produtiva para que o preço dos serviços não seja excessivo, reflectindo apenas os custos reais dos serviços, tal como está estabelecido na Directiva-Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE).

A melhoria da qualidade dos serviços também pode passar pela monitorização das várias etapas e das respectivas infra-estruturas, através da telegestão e da utilização de sistemas de informação geográfica (Sousa, 2005), bem como por alterações nos modelos de gestão e exploração dos serviços, tais como (Baptista, Pássaro & Santos, 2005):

- ◆ A integração entre sistemas em alta e em baixa (ver Capítulo 2.2.);
- ◆ A gestão conjunta, pela mesma entidade, do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais, permitindo que as entidades gestoras desenvolvam a sua actividade nas diversas etapas de produção;
- ◆ Um reforço do envolvimento do sector empresarial privado, através de uma maior liberalização do sector e do aumento do número de concessões a empresas privadas, mantendo sempre uma intervenção importante do sector público.

Em 2003, 92% da população portuguesa era servida por sistemas de abastecimento de água, o que correspondia a cerca de 9,5 milhões de pessoas, contra apenas 72% da população em 1990 e 88% em 1998 (INE, 2005c; WHO/UNICEF JMP, 2004). Todas as regiões, excepto as do Norte e Algarve, apresentavam níveis de população servida superiores à média do País (ver Tabela 2.4.3.). As percentagens mais elevadas verificaram-se nas regiões Centro, Lisboa, Açores Madeira, enquanto que o valor mais baixo registou-se na região Norte, com apenas 83% da população servida. Este valor apresentado para a região Norte poderá estar associado à relativa abundância de água nesta região e a estratégias individuais de captação de água. A região Norte evidenciava-se ainda por apresentar nove municípios, alguns deles localizados na Grande Área Metropolitana do Porto, nos quais apenas 50% da população residente, ou menos, era servida por sistemas de abastecimento de água (INE, 2005d). Segundo o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2000-2006 (MAOT, 2000), o País deveria atingir em 2006 os 95% da população servida por sistemas de abastecimento de água.

Em 2003, cerca de 74% da população portuguesa estava servida por sistemas de saneamento de águas residuais, com e sem ETAR, contra 66% em 1998 (INE, 2005c). A taxa de cobertura mais elevada registou-se na região de Lisboa, enquanto que o valor mais baixo registou-se na região dos Açores, com apenas 40% da população servida (ver Tabela 2.4.3.). Segundo o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2000-2006 (MAOT, 2000), o País deveria atingir em 2006 os 90%. Apesar das melho-

rias verificadas nos últimos anos, em 2003, cerca de 2,6 milhões de portugueses ainda não tinham as suas habitações ligadas a um sistema de saneamento de águas residuais.

**Tabela 2.4.3. População portuguesa servida com sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais em 2003.**

<b>Regiões</b>	<b>Abastecimento de água (%)</b>	<b>Saneamento de águas residuais (%)</b>
<b>Portugal</b>	92	74
<b>Continente</b>	92	75
<b>Norte</b>	83	60
<b>Centro</b>	97	70
<b>Médio Tejo</b>	99	58
<b>Lisboa</b>	99	97
<b>Alentejo</b>	95	83
<b>Algarve</b>	90	83
<b>Açores</b>	100	40
<b>Madeira</b>	98	55

Nota: O município de Torres Novas pertence à região Centro (Médio Tejo).

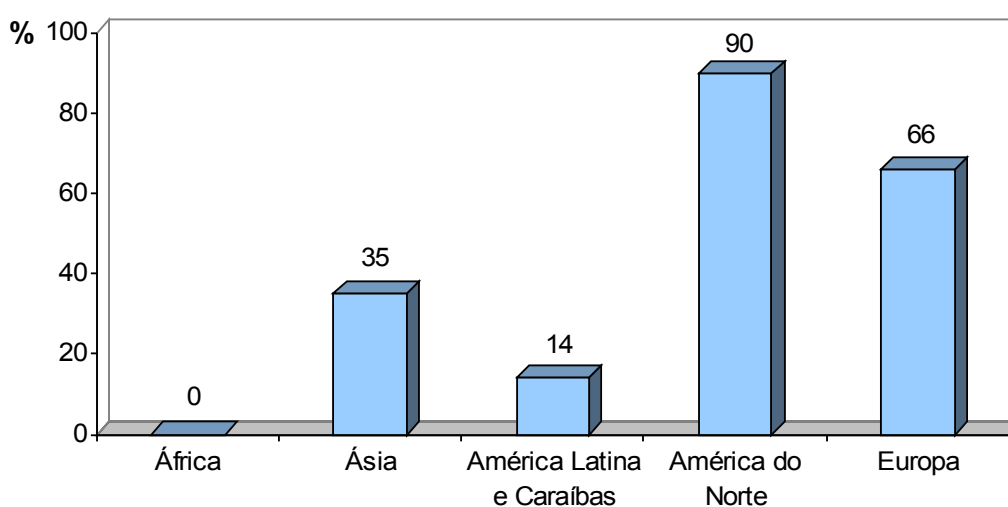
Fonte: INE (2003)

Prevê-se que, até 2008, após conclusão de todas as infra-estruturas, os níveis de atendimento deverão atingir, em média, 93% em abastecimento de água e 89% em saneamento de águas residuais (MAOTDR, 2006), aproximando-se muito dos valores estabelecidos no Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2000-2006.



## 2.5. TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS

Em relação ao tratamento das águas residuais, é importante ter em conta que em 2000, nos países em desenvolvimento (que albergam cerca de 80% da população mundial), a maioria das águas residuais urbanas não era tratada numa ETAR ou era descarregada directamente em rios, lagos e oceanos sem nenhum tratamento. Mesmo nos países desenvolvidos da América do Norte e da Europa, as águas residuais urbanas não eram totalmente tratadas numa ETAR (ver Figura 2.5.1.). Este facto contribui muito para o aumento da poluição das águas superficiais e subterrâneas, que se tem verificado nos últimos anos (UNESCO, WHO & UNEP, 1996; UNEP, 2005, 2006b).



**Figura 2.5.1. Proporção de águas residuais urbanas com tratamento numa ETAR, a nível mundial, em 2000.**

Fonte: WHO/UNICEF JMP (2000)

Os processos de tratamento das águas residuais implicam grandes investimentos, que os países em desenvolvimento não têm capacidade para suportar, pelo que a construção destas infra-estruturas não costuma acompanhar a construção das redes de saneamento domésticas. Mas, mesmo sem tratamento das águas residuais, pode aceitar-se um aumento da poluição ambiental como primeiro passo para melhorar o saneamento. Na Europa e na América do Norte, por exemplo, o acesso a saneamento adequado realizou-se inicialmente à custa da poluição dos rios (PNUD, 2003).

Na União Europeia (UE), a maioria da população e das indústrias encontra-se servida por uma rede de drenagem de água residuais e por uma ETAR, apesar de existirem algumas diferenças significativas a nível regional (ver Tabela 2.5.1.).

**Tabela 2.5.1. População servida por uma rede de drenagem de águas residuais e um sistema de tratamento na União Europeia.**

Tipo de ligação e de tratamento	Grupo 1 <sup>a</sup>		Grupo 2 <sup>b</sup>		Grupo 3 <sup>c</sup>		5 Novos <sup>d</sup>	
	2005	D	2005	D	2005	D	2005	D
<b>Sem ligação<sup>e</sup></b>	8	8	16	16	31	18	43	30
<b>Sem Tratamento<sup>f</sup></b>	2	0	44	0	4	0	5	0
<b>Tratamento Primário<sup>g</sup></b>	1	0	0,5	0	10	0	4	0
<b>Tratamento Secundário<sup>h</sup></b>	8	8	24	12	37	62	32	14
<b>Tratamento Terciário<sup>i</sup></b>	81	84	16	72	18	20	16	56
<b>Ligação a uma ETAR</b>	90	92	40	84	65	82	52	70

Notas: D - Situação prevista pela Directiva 91/271/CEE;

(a) Alemanha, Áustria, Dinamarca, Finlândia, Holanda e Suécia;

(b) Bélgica e Luxemburgo;

(c) Espanha, França, Grécia, Irlanda, Itália, e Portugal;

(d) Eslovénia, Estónia, Hungria, Polónia e República Checa (não existe informação suficiente sobre os restantes cinco países mais recentes da UE);

(e) Não existe ligação a uma rede de drenagem (esta situação verifica-se mais nas zonas rurais, onde as habitações, normalmente, estão ligadas a uma fossa séptica);

(f) Ligação a uma rede de drenagem que não se encontra ligada a uma ETAR;

(g) Tratamento por um processo físico e/ou químico que envolve a decantação das partículas sólidas em suspensão, ou por outro processo em que a carência bioquímica em oxigénio (CBO<sub>5</sub>) das águas recebidas seja reduzida de, pelo menos, 20% antes da descarga e o total de partículas sólidas em suspensão das águas recebidas seja reduzido de, pelo menos, 50%;

(h) Tratamento por um processo que envolve geralmente um tratamento biológico com decantação secundária;

(i) Tratamento secundário seguido de remoção de azoto (nitrificação-desnitrificação) e/ou de fósforo e/ou de tratamento microbiológico (desinfecção) e/ou remoção de outros poluentes que afectem a qualidade ou a utilização específica da água.

Fonte: EEA (2005)

De modo a melhorar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, protegendo o meio ambiente das descargas das águas residuais urbanas e das águas residuais biodegradáveis de indústrias alimentares, a UE criou em 1991 a Directiva 91/271/CEE, alterada pela Directiva 98/15/CE<sup>10</sup>, que estabelece as normas para a recolha, tratamento e descarga das águas residuais urbanas. Esta Directiva teve que ser aplicada em 15 países da UE<sup>11</sup> até ao fim de

<sup>10</sup> Estas Directivas foram transpostas para a legislação portuguesa, respectivamente pelo Decreto-Lei n.º 152/97 (alterado pelo Decreto-Lei n.º 149/2004) e pelo Decreto-Lei n.º 348/98 (que altera o Decreto-Lei n.º 152/97).

<sup>11</sup> Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido e Suécia.



2005 e, nos 10 países mais recentes, terá que ser aplicada entre 2008 e 2015, tal como consta na Tabela 2.5.1., de modo a atingir-se vários objectivos, nomeadamente:

- ◆ Aumentar o número de pessoas ligadas a uma ETAR e a quantidade de água residual tratada;
- ◆ Aumentar o número de pessoas ligadas a uma ETAR com tratamento secundário, no caso dos países do Grupo 3 e do Reino Unido;
- ◆ Aumentar o número de pessoas ligadas a uma ETAR com tratamento terciário, principalmente na Bélgica, Luxemburgo e nos 5 Novos;
- ◆ Reduzir a quantidade de nutrientes (azoto e fósforo) libertados pelas ETAR para o meio ambiente. As emissões anuais de azoto deverão passar para cerca de 2,3 kg/pessoa (2,8 kg/pessoa para os países do Grupo 3) e as de fósforo para cerca de 0,1 kg/pessoa (0,35 kg/pessoa para os países do Grupo 3). A redução das emissões de azoto e de fósforo ocorrerá em maior percentagem na Bélgica e Luxemburgo (40% e 80%, respectivamente) e nos 5 Novos (24% e 62%, respectivamente), já que o processo de tratamento predominante deixará de ser o secundário e passará a ser o terciário, o qual tem uma taxa de retenção de nutrientes muito mais elevada que o tratamento secundário (aproximadamente 60% para o azoto e 90% para o fósforo).

No final de 2000, em 14 países da UE, cerca de 94% das descargas de águas residuais de indústrias agro-alimentares, que não passam por estações de tratamento de águas residuais urbanas, eram tratadas adequadamente, verificando-se frequentemente valores de 100% em vários países. Em Portugal registou-se o valor de 94% e o valor mais baixo (68%) registou-se em Espanha (COM, 2004, 23 Abr.).

Relativamente à população portuguesa servida por uma rede de drenagem de águas residuais e por um sistema de tratamento, em 2003, apenas 61% da população tinha as suas águas residuais ligadas a uma ETAR, contra 40% em 1998 (INE, 2005c). As regiões que apresentavam um valor mais elevado eram Lisboa e Algarve, enquanto que os valores mais baixos (apenas 27% e 49%) registavam-se nas regiões dos Açores e Norte, respectivamente (ver Tabela 2.5.2.). Segundo o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2002-2006, Portugal deveria atingir em 2006 os 90% (MAOT, 2000), o que se encontra ainda longe de ser concretizado.

No entanto, em 2003, cerca de 74% da população portuguesa estava servida por sistemas de saneamento de águas residuais, com e sem ETAR (ver Capítulo 2.4.). Isto significa que, em muitas regiões, existia uma rede de drenagem que recolhia as águas residuais e que as descarregava no meio ambiente sem o tratamento adequado, por ainda não estarem concluídas as infra-estruturas de tratamento. Por outro lado, em algumas zonas existiam inter-

ceptores e estações de tratamento de águas residuais, sem que estivesse construída a rede de drenagem. Esta realidade tem como consequência a ocorrência de problemas de poluição tóxica (localizada), com descargas directas da rede de drenagem nos meios hídricos, e difusa, através das fossas sépticas, com a consequente degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas (IRAR, 2005a).

**Tabela 2.5.2. População portuguesa servida por uma rede de drenagem de águas residuais e por uma ETAR, em 2003.**

<b>Regiões</b>	<b>População servida (%)</b>
<b>Portugal</b>	61
<b>Continente</b>	62
<b>Norte</b>	49
<b>Centro</b>	60
<b>Médio Tejo</b>	57
<b>Lisboa</b>	76
<b>Alentejo</b>	68
<b>Algarve</b>	77
<b>Açores</b>	27
<b>Madeira</b>	50

Nota: O município de Torres Novas pertence à região Centro (Médio Tejo).

Fonte: INE (2003)

Entre 1995 e 2004, a produção de águas residuais em Portugal aumentou cerca de 30% (2,3% entre 2002 e 2004), atingindo um volume de cerca de 540,5 milhões de metros cúbicos (IA, 2005b; INE, 2005a). Em 2004, as regiões de Lisboa, Norte e Centro apresentavam uma maior produção de águas residuais, devido ao elevado número de habitantes e de indústrias (ver Tabela 2.5.3.). O volume de águas residuais *per capita* variava entre 90 e 315 L/dia, nas regiões dos Açores e Algarve, respectivamente. Este valor elevado, registado no Algarve, deve-se à influência do turismo.

Apesar do aumento da produção de águas residuais, entre 2002 e 2004, o volume de águas residuais não tratadas, que são descarregadas no meio ambiente, diminuiu 45%, de 141,6 milhões de metros cúbicos para 78 milhões de metros cúbicos. Isto corresponde a uma diminuição de 26% para 14%, no total de águas residuais produzidas em cada ano (INE, 2005a).

**Tabela 2.5.3. Produção de águas residuais em Portugal, em 2004.**

<b>Regiões</b>	<b>População<sup>a</sup></b> (10 <sup>3</sup> hab.)	<b>Volume</b> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	<b>Capitação</b> (L/hab/dia)
<b>Portugal</b>	10.529	540.470	141
<b>Continente</b>	10.044	516.965	141
<b>Norte</b>	3.727	135.579	100
<b>Centro</b>	2.377	96.087	111
<b>Médio Tejo</b>	231	12.176	144
<b>Lisboa</b>	2.761	205.410	204
<b>Alentejo</b>	768	32.494	116
<b>Algarve</b>	412	47.395	315
<b>Açores</b>	241	7.885	90
<b>Madeira</b>	244	15.620	175

Notas: O município de Torres Novas pertence à região Centro (Médio Tejo);

Por razões de arredondamento, os totais podem não corresponder à soma das parcelas.

Fonte: INE (2005a), excepto (a) INE (2005b)

**Tabela 2.5.4. Quantidade de águas residuais tratadas em Portugal em 2004.**

Unidade: 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

<b>Regiões</b>	<b>Total</b>	<b>Tipo de tratamento</b>				<b>Sem tratamento</b>
		<b>Preliminar<sup>a</sup></b>	<b>Primário</b>	<b>Secundário</b>	<b>Terciário</b>	
<b>Portugal</b>	540.470	19.505	91.427	248.402	103.100	78.036 (14%)
<b>Continente</b>	516.965	4.468	90.954	246.881	102.785	71.877 (14%)
<b>Norte</b>	135.579	652	12.127	80.291	29.932	12.577 (9%)
<b>Centro</b>	96.087	1.717	7.854	70.938	5.676	9.902 (10%)
<b>Médio Tejo</b>	12.176	0	901	7.536	2.242	1.497 (12%)
<b>Lisboa</b>	205.410	0	68.490	55.348	41.795	39.777 (19%)
<b>Alentejo</b>	32.494	663	2.294	20.939	1.949	6.649 (20%)
<b>Algarve</b>	47.395	1.436	189	19.365	23.433	2.972 (6%)
<b>Açores</b>	7.885	2.238	473	1.487	0	3.687 (47%)
<b>Madeira</b>	15.620	12.799	0	34	315	2.472 (16%)

Notas: (a) Tratamento que, por vezes, é incluído no tratamento primário. Consiste na remoção de gorduras, areias e de sólidos de maiores dimensões;

O município de Torres Novas pertence à região Centro (Médio Tejo);

Por razões de arredondamento, os totais podem não corresponder à soma das parcelas.

Fonte: INE (2005a)

Em 2004, o volume das águas residuais tratadas em ETAR foi de 462,4 milhões de metros cúbicos (86% do total produzido), dos quais 4% sofreram um tratamento preliminar, 19% sofreram um tratamento primário, 54% sofreram um tratamento secundário e 23% sofreram um tratamento terciário (ver Tabela 2.5.4.).

A região dos Açores destaca-se como sendo a que apresentava uma menor percentagem de tratamento das águas residuais (53%), seguindo-se as regiões do Alentejo (80%) e Lisboa (81%), contrariamente ao que acontecia nas regiões do Algarve e Norte, onde 94% e 91% das águas residuais eram tratadas, respectivamente. A região de Lisboa era responsável por 51% das águas residuais reintroduzidas no ciclo natural da água, sem qualquer tratamento prévio, através das redes de drenagem de águas residuais públicas. Os concelhos que apresentavam uma maior quantidade de águas residuais não tratadas eram Vila Franca de Xira, Seixal, Setúbal e Barreiro, responsáveis pela descarga de 35,5 milhões de metros cúbicos de águas residuais não tratadas; seguindo-se os concelhos de Porto e Póvoa de Varzim com um total de 4,6 milhões de metros cúbicos de águas residuais não tratadas (INE, 2005a).

Em 2002, apesar dos progressos significativos registados nas principais cidades da UE, ainda existiam vários países, incluindo Portugal, que não cumpriam a Directiva 91/271/CEE, de modo a tratar devidamente as descargas das águas residuais urbanas (COM, 2004, 23 Abr.):

- ◆ As águas residuais, descarregadas em zonas sensíveis<sup>12</sup>, não estavam sujeitas a um tratamento terciário eficiente em 58% das ETAR europeias;
- ◆ Em Portugal, apenas 11% (3 em 27) das ETAR situadas em zonas sensíveis apresentavam um nível de tratamento terciário adequado. Existem 25 zonas sensíveis em Portugal Continental (Decreto-Lei nº 149/2004), afectadas por 35 aglomerações<sup>13</sup> que produzem aproximadamente 30% das águas residuais urbanas geradas no continente (IA, 2005a);
- ◆ Apenas 70% (387 em 556) dos principais centros urbanos da UE dispunham de tratamento adequado (tratamento secundário e/ou terciário) das águas residuais;
- ◆ Dos 158 centros urbanos da UE que não possuíam tratamento adequado (para 11 cidades não existia informação suficiente), 91 cidades (58%) lançavam os seus efluentes em zonas sensíveis e ainda não dispunham de tratamento terciário em toda a cidade;

---

<sup>12</sup> Águas doces, estuários ou águas costeiras, cujas águas têm uma fraca renovação e que se revelem eutróficas por receberem grandes quantidades de nutrientes; Águas doces superficiais destinadas ao abastecimento público, cuja concentração de nitratos possa ser superior a 50 mg/L, segundo a Directiva 75/440/CEE (IA, 2005a).

<sup>13</sup> Localidades e zonas industriais.

- ◆ Dos 158 centros urbanos da UE que não possuíam tratamento adequado, 25 não dispunham de qualquer tratamento de águas residuais, tais como Milão (Itália), Corunha, Barcelona, Cádiz e São Sebastião (Espanha);
- ◆ Portugal tinha, pelo menos, 71 aglomerações sem tratamento adequado, sendo que 22 aglomerações (31%) descarregavam em zonas sensíveis;
- ◆ Das 71 aglomerações sem tratamento adequado, Portugal tinha, pelo menos, 39 aglomerações (55%) sem qualquer tratamento, tais como Armação de Pera/Albufeira (zona sensível), Barreiro (zona sensível), Costa de Aveiro; Cova da Beira, Lamego (zona sensível), Moita (zona sensível), S. Pedro do Sul/Vouzela (zona sensível), Seixal (zona sensível) e Vila Nova de Gaia.

Portugal classificou como zona menos sensível<sup>14</sup> as águas costeiras que recebem as águas residuais da aglomeração da Costa do Estoril, que engloba uma série de cidades a oeste da região de Lisboa, apesar da Comissão não concordar com esta classificação, por achar que esta zona não satisfazia os critérios estabelecidos na Directiva 91/271/CEE, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas, face ao risco de contaminação de grande número de águas balneares e conquícolas (COM, 2004, 23 Abr.).

Segundo a directiva referida, até ao final de 2000, todas as águas residuais de aglomerações com uma população superior a 15.000 pessoas, ou com uma produção equivalente de águas residuais provenientes de outras fontes, tinham de ser recolhidas e submetidas a um tratamento secundário. No caso da aglomeração da Costa do Estoril, através da Decisão nº 2001/720/CE, a Comissão autorizou Portugal a invocar uma isenção da directiva e a aplicar apenas um tratamento primário, com base no facto de um tratamento mais elaborado não gerar qualquer vantagem para o ambiente, devido às características hidrodinâmicas específicas dessa área costeira. No entanto, era necessário cumprir determinados requisitos relativos à qualidade das descargas de água, designadamente durante a época balnear, bem como certas exigências de monitorização e informação. Em 2006, as águas residuais descarregadas a partir da aglomeração da Costa do Estoril ainda não cumpriam as normas mínimas autorizadas pela Decisão referida (por exemplo, mais de 20% das amostras apresentavam níveis de bactérias fecais superiores aos permitidos pela Decisão). Devido a este facto, Portugal sujeita-se a um procedimento judicial por parte da Comissão (Advertência nº IP/06/902).

<sup>14</sup> Águas costeiras e estuários que têm uma boa renovação das águas (devido à sua morfologia, hidrologia ou condições hidráulicas específicas) e que podem receber descargas de águas residuais urbanas, que foram sujeitas a um tratamento menos rigoroso que o secundário, sem deterioração do ambiente (IA, 2005a).

Nos países desenvolvidos, começa também a surgir o problema da eliminação das lamas produzidas durante o tratamento das águas residuais, que se agrava pelo facto de estarem frequentemente contaminadas, por metais pesados e outros produtos químicos tóxicos, podendo afectar a saúde humana (EEA, 2001). Veja-se, por exemplo, os seguintes dados sobre a União Europeia, registados entre 1992 e 2000 (COM, 2004, 23 Abr.):

- ◆ O total de lamas produzidas pelas estações de tratamento de águas residuais urbanas aumentou de 5,5 milhões de toneladas de substância seca (sem os dados da Itália e da Suécia) para 7,0 milhões de toneladas;
- ◆ A quantidade de lamas reutilizadas na agricultura e arquitectura paisagística (nomeadamente, na cobertura de aterros) representava cerca de 50% do total de lamas produzidas;
- ◆ A quantidade de lamas colocada em aterros sofreu uma ligeira diminuição para cerca de 20%;
- ◆ A incineração de lamas quase duplicou para cerca de 20%;
- ◆ Embora os Estados-membros devessem ter diminuído progressivamente a evacuação de lamas em águas superficiais até 1998, tudo indica que a Espanha ainda continua a lançar quantidades consideráveis de lamas para o mar;
- ◆ Em 2000, a produção de lamas em Portugal foi cerca de 177 mil toneladas de substância seca: 106 mil toneladas foram reutilizadas e 71 mil toneladas foram colocadas em aterro.

Apesar de se esperar um aumento da reciclagem de lamas, estima-se que o volume total produzido para eliminação aumente cerca de 50% em 2005 (EEA, 2001).

## 2.6. POLUIÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA

A poluição da água é responsável pela alteração da sua qualidade, impedindo o seu uso normal pelas pessoas e animais, afectando a saúde humana e alterando o equilíbrio dos ecossistemas, podendo mesmo provocar a morte dos seres vivos.

Pode ser causada por processos naturais, como a erosão, actividade vulcânica, furacões, tremores de terra e tsunamis. Estes processos danificam as infra-estruturas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, libertam e arrastam minerais e outras substâncias que originam sedimentos poluentes nos recursos hídricos. Os tsunamis também podem depositar grandes quantidades de água salgada nos recursos hídricos de água doce (UNCT Maldives, 2005, 1 Jan.; WHO, 2005, 3 Jan.).

No entanto, as actividades humanas são as principais responsáveis pela poluição da água, normalmente através da libertação de substâncias tóxicas em excesso, num determinado local (poluição pontual) ou de um modo disperso (poluição difusa), como por exemplo (Baird, 1995; EPA, 1998, 2004; IJC, 1997, 2004; Moody, 1996; PNUMA, 2004; UNESCO, WHO & UNEP, 1996):

- ◆ Águas residuais domésticas provenientes de fossas sépticas;
- ◆ Águas residuais domésticas e industriais (incluindo laboratórios e instalações agro-pecuárias) sem tratamento, cujos principais poluentes são óleos, detergentes com fosfatos, metais pesados, ácidos, compostos orgânicos tóxicos e matéria orgânica biodegradável. Esta última, para além de ser uma fonte de azoto e de fósforo, pode estar contaminada com bactérias, vírus, protozoários e parasitas intestinais;
- ◆ Águas pluviais não tratadas, que arrastam óleos, sólidos em suspensão, compostos orgânicos tóxicos e metais pesados;
- ◆ Adubos (nitratos e fosfatos), pesticidas, herbicidas e resíduos animais (nomeadamente o estrume, que é uma fonte de azoto e de microrganismos patogénicos) provenientes de campos agrícolas e de pastagem;
- ◆ Metais pesados (arsénio, cádmio, crómio, chumbo, mercúrio, entre outros), provenientes de resíduos sólidos urbanos ou industriais, colocadas em terrenos não protegidos, como lixeiras, aterros, minas e poços abandonados;
- ◆ Petróleo e seus derivados, óleos, ácidos e outras substâncias químicas tóxicas (por ex., benzeno, tetracloroetileno, tolueno, tricloroetileno, xileno, PCB<sup>15</sup> e dioxinas), armazenadas em tanques com roturas ou devido a derrames acidentais;

---

<sup>15</sup> Bifenilos policlorados.



- ◆ Gases (dióxido de enxofre e óxidos de azoto) ou poeiras que, depois de serem transportados pelo ar, depositam-se na água ou originam chuvas ácidas;
- ◆ Sedimentos contaminados provenientes de minas, da erosão provocada pela desflorestação ou da movimentação de terras para construção.

Nos países em desenvolvimento, o principal problema é o nível elevado de poluição da água superficial, que é agravado pela extracção de água em grandes quantidades e pela existência de represas e barragens. Perto de alguns centros urbanos, a degradação da qualidade da água leva a que não seja adequada mesmo para uso industrial. Mais de metade dos maiores rios do mundo estão seriamente afectados pela poluição e falta de água, sendo na Ásia que se encontram os rios mais poluídos: rios Amarelo (China), Ganges (Índia), Amu Darya e Syr Darya que desaguam no mar de Aral (Ásia Central). Outros rios muito afectados são o Colorado (USA), Jordão (Médio Oriente), Nilo (África) e Volga (Europa). Apenas dois dos maiores rios do mundo, o Amazonas (Brasil) e o Congo (África), não estão afectados devido ao seu elevado caudal e ao número reduzido de indústrias localizadas nas suas margens (PNUMA, 2004; WCW, 1999; WHO/UNICEF JMP, 2000; WWC, 2006b).

Apesar das águas subterrâneas (aquíferos) se encontrarem a dezenas ou centenas de metros de profundidade e de serem filtradas naturalmente quando se infiltram no solo, também estão sujeitas à poluição, pelo que é muito importante controlar a sua qualidade e proteger os terrenos onde se encontram os aquíferos. Como são recursos hídricos que não estão visíveis, torna-se importante recolher informações sobre a sua quantidade e disponibilidade, bem como consciencializar a população sobre a sua importância. Ao contrário do que pode acontecer com a água superficial, se um aquífero ficar poluído, pode levar dezenas, centenas ou milhares de anos para que a água contaminada sofra uma autodepuração. Isto acontece devido aos seguintes factores (Miller, 2004):

- ◆ A água subterrânea desloca-se muito lentamente (normalmente menos de 30 cm por dia) pelo que os poluentes não serão diluídos e dispersos eficientemente;
- ◆ O número de bactérias responsáveis pela decomposição dos poluentes é reduzido;
- ◆ A temperatura baixa da água diminui a velocidade das reacções químicas responsáveis pela decomposição dos poluentes.

Os aquíferos que se situam junto ao mar podem ficar poluídos por salinização (intrusão salina), quando o excesso de extracção da água doce leva ao avanço da água salgada para o interior do aquífero. Neste caso, o aquífero pode ficar inutilizável para consumo humano e também para outros usos (Garcia, 2006).

Uma vez que as águas subterrâneas, utilizadas com maior frequência para abastecimento de água, têm uma idade média de 40 anos, podendo chegar a ser de milhares de anos no



caso das águas subterrâneas profundas, a sua poluição irá dificultar ou impossibilitar o seu uso durante muito tempo, afectando os utilizadores actuais e as próximas gerações (AEA, 2004).

Um dos principais factores responsáveis pela alteração da qualidade da água é o excesso de azoto e de outros nutrientes, como o fósforo, resultante da utilização de adubos na agricultura, das descargas de águas residuais urbanas e industriais (principalmente do sector agrícola e alimentar) sem tratamento adequado. Este tipo de poluição da água é responsável por um estado de eutrofização com efeitos negativos sobre o equilíbrio dos ecossistemas (EEA, 2005; IA, 2005a):

- ◆ Provoca o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas superiores, que cobrem a superfície da água e impedem a entrada da luz solar;
- ◆ Consequentemente, ocorre a diminuição do oxigénio dissolvido na água, pois este deixa de ser produzido pela fotossíntese nas zonas intermédias, devido à falta de luz, e porque é consumido pelos microrganismos aeróbios, quando degradam as algas e as plantas mortas;
- ◆ Finalmente, verifica-se uma diminuição da biodiversidade devido à morte de plantas, peixes e de outros seres vivos;
- ◆ Para a saúde humana, uma das principais ameaças da eutrofização é o facto de estimular a proliferação de algas verdes ou cianobactérias, responsáveis pela produção de toxinas.

Uma albufeira ou lagoa encontra-se num estado eutrófico quando a concentração de fósforo total é superior a 35 mg/m<sup>3</sup>, a concentração de clorofila-a é superior a 10 mg/m<sup>3</sup> e quando a percentagem de oxigénio dissolvido é inferior a 40% (IA, 2005a). O azoto é a principal causa de eutrofização das águas costeiras e estuários, enquanto que o fósforo é a principal causa de eutrofização das águas doces. Ambos podem causar eutrofização, dependendo das espécies de algas e da época do ano, sendo muitas vezes necessário reduzir os dois nutrientes para evitar a eutrofização (COM, 2004, 23 Abr.).

O nível de poluição da água é determinado através da medição de determinados parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, que funcionam como indicadores da qualidade da água. Os parâmetros mais utilizados são o azoto dissolvido (nitrato e nitrito), a matéria orgânica (carência química de oxigénio, carência bioquímica de oxigénio e os sólidos suspensos totais), as bactérias coliformes, o pH, metais pesados e compostos orgânicos tóxicos (hidrocarbonetos e pesticidas). Para cada tipo de uso da água aplicam-se normas próprias, tais como os limites admissíveis dos parâmetros referidos e o número de análises que é obriga-

tório realizar. Por exemplo, a água de uma albufeira pode ser utilizada para rega, mas não ter qualidade suficiente para consumo humano (Garcia, 2006).

O azoto encontra-se dissolvido na água (nas formas inorgânicas de nitrato, nitrito, amónio e amoníaco) e em suspensão (na forma de partículas de matéria orgânica, como proteínas, aminoácidos e ácidos nucleicos). O azoto é transformado em nitrato durante a nitrificação, realizada pelas bactérias aeróbias nitrificantes. O nitrato pode ser reduzido a nitrito, através da acção das bactérias desnitrificantes, normalmente em condições anaeróbias. O nitrito é rapidamente oxidado a nitrato, pelo que os níveis de nitritos na água natural superficial são normalmente muito baixos (cerca de 0,003 mg/L), enquanto que a concentração de nitratos normalmente não excede 0,4 mg/L. Segundo a Organização Mundial de Saúde e a Directiva 98/83/CE, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano, a concentração de nitratos não deve ultrapassar o valor máximo de 50 mg/L, pois os nitratos limitam a capacidade do sangue transportar oxigénio, causando uma doença grave em bebés, denominada síndrome do bebé azul. Concentrações elevadas de nitritos estão geralmente associadas a poluição industrial e a contaminação microbiológica da água. Na água utilizada para consumo humano, a Organização Mundial de Saúde recomenda um limite máximo de 3 mg/L para os nitritos, no caso de uma exposição a curto prazo, e 0,2 mg/L, no caso de uma exposição a longo prazo, tendo em conta que o nitrito é cerca de 10 vezes mais agressivo para a saúde humana do que o nitrato (UNESCO, WHO & UNEP, 1996; WHO, 2004).

A carência bioquímica em oxigénio ( $\text{CBO}_5$ ) é um indicador da quantidade de matéria orgânica biodegradável presente na água. Corresponde à quantidade de oxigénio ( $\text{O}_2$ ), que é consumido pelas bactérias aeróbias quando decompõem a matéria orgânica. Um valor elevado de  $\text{CBO}_5$  também pode indicar que a água está contaminada com bactérias coliformes e outros microrganismos patogénicos. Águas não poluídas apresentam valores de  $\text{CBO}_5$  até 2 mg/L  $\text{O}_2$ , enquanto que águas muito poluídas apresentam valores a partir de 10 mg/L  $\text{O}_2$ . Em 2005, os valores de  $\text{CBO}_5$  na água superficial (rios e lagos), variavam desde cerca de 2 mg/L  $\text{O}_2$  na América do Norte até cerca de 10 mg/L  $\text{O}_2$  na América Latina e Caraíbas. A Europa apresentava níveis de cerca de 3,5 mg/L  $\text{O}_2$ , que diminuíram desde 4,2 mg/L  $\text{O}_2$  em 1990 (UNEP, 2005, 2006; UNESCO, WHO & UNEP, 1996).

Visto que a Directiva 91/271/CEE, relativa à recolha, tratamento e descarga das águas residuais urbanas (ver Capítulo 2.5.), está em vigor há quinze anos, já se realizaram esforços consideráveis para reduzir a poluição na UE, nomeadamente através da utilização de sistemas de tratamento de águas residuais mais eficientes, o que originou uma melhoria considerável da qualidade da água dos rios europeus, desde os anos 1990 (EEA, 2005):

- ◆ Os níveis de  $\text{CBO}_5$  registaram uma redução de 20 a 30%;
- ◆ A concentração de fósforo diminuiu entre 30 e 40%, principalmente devido à diminuição em mais de 50% no consumo de detergentes com fosfatos;
- ◆ As concentrações de amónio diminuíram cerca de 40%.

No entanto, cerca de 20% de toda a água superficial da Europa está seriamente ameaçada pela poluição, principalmente devido aos valores elevados de nitratos. Em 2001, a concentração de nitratos ultrapassou o valor máximo de 50 mg/L na maioria dos rios de 14 países europeus (dos 24 com informações disponíveis). Além disso, os níveis de nitratos nos rios, onde a terra arável representava mais de 50% da bacia hidrográfica, eram três vezes superiores aos das bacias onde a terra arável perfazia menos de 10%. A poluição das águas subterrâneas por nitratos e outras substâncias tóxicas é outro problema grave (AEA, 2004; EC, 2004; EEA, 2005; EPA, 1998; Kolpin, Barbash & Gilliom, 1998; Moody, 1996; UNEP, 2005, 2006; UNESCO, WHO & UNEP, 1996; WHO, 2004).

Os níveis elevados de azoto e dos respectivos nitratos têm principalmente origem nos adubos utilizados na agricultura (cerca de 50% da poluição total de nutrientes provém dos adubos e dos respectivos nitratos), os quais não são arrastados pela água para uma rede de drenagem e para uma ETAR. Para além dos adubos, os níveis elevados de azoto também têm origem nos campos de pastagem, nas zonas rurais que não possuem tratamento de águas residuais (principalmente nos 10 Estados mais recentes da UE<sup>16</sup>, onde cerca de 30% da população total vive nas zonas rurais) e na falta de eficiência das estações de tratamento de águas residuais. A poluição por nitratos e a eutrofização das águas de rios, lagos e de zonas costeiras do Atlântico, Báltico, canal da Mancha, mar do Norte, mar da Irlanda e do Mediterrâneo continuam a ser um grave problema, que também tem que ser resolvido para se melhorar a qualidade da água (AEA, 2004; COM, 2004, 23 Abr.; EEA, 2002; EEA, 2005).

De modo a proteger as águas contra a poluição causada pelos nitratos de origem agrícola, a UE elaborou, em 1991, a Directiva 91/676/CEE, que foi transposta para a legislação nacional pelo Decreto-Lei nº 235/97, alterado pelo Decreto-Lei nº 68/99. Segundo esta legislação, não pode haver mais de 50 mg/L de nitratos nas águas superficiais e subterrâneas, utilizadas para consumo humano, e devem ser identificadas “zonas vulneráveis”, onde as práticas agrícolas são limitadas para evitar a concentração elevada de nitratos na água (por ex., quando e em que circunstâncias é que se pode praticar o regadio e qual é a quantidade de fertilizantes que se deve aplicar, conforme cada tipo de cultura).

---

<sup>16</sup> Chipre, Eslováquia, Eslovénia, Estónia, Hungria, Látvia, Lituânia, Malta, Polónia e República Checa.

Nos países em desenvolvimento, o uso de adubos com azoto, fósforo e potássio continua a aumentar, enquanto que nos países desenvolvidos aumentou até 1990, tendo depois diminuído (IFA, 2006). Em Portugal, entre 1990 e 2002, o consumo de adubos fosfatados e azotados sofreu uma redução de 28% e 33%, respectivamente. Em 2002, Portugal era um dos países comunitários com menor consumo de adubos por unidade de área agrícola (50 kg/ha), sendo este valor cerca de metade da média europeia (105 kg/ha). Esta diminuição do uso de adubos pode não estar directamente relacionada com a efectiva aplicação da Directiva 91/676/CEE, mas sim com o declínio da rentabilidade da agricultura (IA, 2005a).

Apesar do uso de adubos ter diminuído, as consequências ao nível da poluição das águas subterrâneas continuam a sentir-se, devido ao lento processo de infiltração dos nutrientes no solo e de dissolução na água subterrânea<sup>17</sup>, que pode demorar cerca de 20 anos (EEA, 2005). Em 2004, cerca de um terço das águas subterrâneas menos profundas apresentava concentrações de nitratos superiores aos valores previstos nas normas comunitárias, em 19% as concentrações tinham aumentado e em apenas 24% se verificou uma diminuição (AEA, 2004).

A poluição da água, mais do que um problema local ou regional, é um problema global, tendo em conta que mais de 260 bacias hidrográficas são partilhadas por dois ou mais países (Thomson Gale, 2006; UN, 2006a). Para além de degradar a qualidade da água, a poluição afecta gravemente a saúde pública, as actividades humanas e os ecossistemas (EPA, 2004; IJC, 2004; PNUMA, 2004; Xinhuanet, 2005, 24 Nov.):

- ◆ Limita o acesso a água potável, podendo impedir o abastecimento de água a milhões de pessoas durante vários dias e afectar vários países;
- ◆ Prejudica a qualidade dos serviços de abastecimento de água, que podem não ter capacidade para tratar adequadamente a água contaminada ou para fornecer água de qualidade em quantidade suficiente;
- ◆ Provoca doenças, como a diarreia, malária, hepatite, epidemias ocasionais de febre tifóide e cólera, disenteria e infecções oculares, devido à presença de bactérias, vírus, protozoários e parasitas intestinais que se desenvolvem em ambientes aquáticos;
- ◆ Provoca alterações cerebrais (por ex., a nível da linguagem, memória e função motora), cardiovasculares e renais, principalmente quando substâncias químicas tóxicas como os PCB, dioxinas, pesticidas e metais pesados (nomeadamente o mercúrio) se acumulam nos seres vivos aquáticos e atravessam as cadeias alimentares, atingindo concentrações muito superiores às que se encontram na água;

---

<sup>17</sup> Esta encontra-se praticamente parada, deslocando-se apenas alguns centímetros por dia, o que não favorece o processo de diluição dos nutrientes provenientes dos adubos (McKinney & Schoch, 2003).

- ◆ Reduz o desenvolvimento económico ao afectar o turismo, a produção agrícola ou industrial e os meios de subsistência de muitas pessoas que dependem dos recursos hídricos;
- ◆ Destrói comunidades vegetais e animais, diminuindo a biodiversidade dos ecossistemas (por ex., através do processo de eutrofização).

Para muitas das populações mais carentes do mundo (pessoas pobres das áreas rurais e dos bairros degradados suburbanos dos países em desenvolvimento), uma das maiores ameaças ambientais à saúde permanece sendo a má qualidade da água, devido à ausência ou deficiência de serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais. Nestes casos, as pessoas têm que se sujeitar ao consumo de água não tratada e ao contacto directo com fezes e urina, presentes nas águas superficiais, o qual ocorre ao beber esta água contaminada, tomar banho, lavar a roupa e objectos ou cozinhar alimentos. Consequentemente, todos os anos, centenas de milhões de pessoas adoecem, principalmente crianças e mulheres em África e na Ásia, e mais de 5 milhões morrem devido a doenças associadas à falta de água potável e de saneamento adequado, como a diarreia provocada por parasitas intestinais, a cólera e a malária. Na década de 1990, o número de crianças mortas pela diarreia excedeu o número de pessoas mortas em conflitos armados, desde a Segunda Guerra Mundial. Actualmente, morrem cerca de 1,8 milhões de pessoas de diarreia (incluindo a cólera, que também provoca diarreia) e 1,3 milhões de malária por ano, sendo cerca de 90% crianças com menos de cinco anos (CSD, 1997a; Lvovsky, 2001; PNUD, 2003; UNICEF, 2006a; WEDO, 2003; WHO, 2006a, 2006b, 2006c; WHO/UNICEF JMP, 2000).

Para além da falta de água potável e de saneamento adequado, a incidência de doenças transmitidas através da água também depende da existência de poças de água estagnada, sistemas de irrigação e albufeiras, que servem de *habitat* para os vectores das doenças infecciosas (principalmente da malária), bem como dos hábitos de higiene de cada pessoa (UNEP, 2005).

De facto, o acesso adequado a água potável e a saneamento para todas as pessoas deve ser uma prioridade de todos os governos devido às suas vantagens ambientais e sociais, nomeadamente a melhoria da qualidade de vida e das condições de saúde das populações, que acabam por ajudar a cumprir os vários Objectivos de Desenvolvimento do Milénio das Nações Unidas (PNUD, 2003; WHO/UNICEF JMP, 2004).

## 2.7. QUALIDADE DA ÁGUA EM PORTUGAL

Em Portugal, a qualidade da água é controlada de acordo com as exigências das Directivas 75/440/CEE, 76/160/CEE e 79/869/CEE, transpostas para o direito nacional pelo Decreto-Lei nº 236/98, o qual “estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos” (águas para consumo humano<sup>18</sup>, águas para suporte da vida aquícola<sup>19</sup>, águas balneares<sup>20</sup>). Este Decreto-Lei também define as normas de descarga das águas residuais na água e no solo, visando a promoção da qualidade do meio aquático e a protecção da saúde pública e dos solos.

Entretanto, as normas de qualidade da água para consumo humano (água de abastecimento) tornaram-se mais rigorosas com a Directiva 98/83/CE, que foi transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei nº 243/2001 (rectificado pela Declaração de Rectificação 20-AT/2001), o qual veio substituir a secção III (água para consumo humano) do Decreto-Lei nº 236/98. O Decreto-Lei nº 243/2001 tem como objectivo “proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes de qualquer contaminação da água destinada ao consumo humano, assegurando a sua salubridade e limpeza”. Apesar de ter sido publicado em 2001, as novas normas de qualidade só entraram em vigor desde o dia 25 de Dezembro de 2003.

Em Portugal, na grande maioria das situações, a qualidade da água para consumo humano é de boa qualidade, sendo controlada pelas entidades gestoras produtoras e distribuidoras de água, pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) e pelas autoridades de saúde (Baptista et al., 2005a). O IRAR promove e fiscaliza a implementação do Decreto-Lei nº 243/2001, por parte das entidades gestoras de sistemas de distribuição públicos de água para consumo humano, excepto na Região Autónoma da Madeira, desde Agosto de 2004, já que foi criada uma outra autoridade competente regional (IRAR, 2005d). Anualmente, o IRAR elabora um relatório relativo ao controlo da qualidade da água para consumo humano<sup>21</sup>, que contém uma análise dos resultados das acções de controlo da qualidade da água, realizadas pelas entidades gestoras dos sistemas de abastecimento público, de modo a verificar o grau de cumprimento da legislação em vigor. O desempenho das entidades gestoras é analisado através da percentagem de análises em falta e da percentagem de análises cujos resultados são superiores aos valores paramétricos<sup>22</sup> (IA, 2005a).

---

<sup>18</sup> Águas doces superficiais, águas subterrâneas e águas de abastecimento.

<sup>19</sup> Águas piscícolas e conquícolas.

<sup>20</sup> Águas interiores, correntes e paradas, águas de estuários e águas costeiras que sejam autorizadas e regularmente utilizadas para banhos.

<sup>21</sup> Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP), que pode ser consultado no *site* do IRAR ([www.irar.pt](http://www.irar.pt)).

<sup>22</sup> Valores máximos definidos pela legislação.



Nos últimos anos, a qualidade da água para consumo humano registou melhorias significativas, principalmente graças à criação e ao desenvolvimento dos sistemas multimunicipais, a uma melhoria do desempenho das entidades gestoras dos sistemas municipais e à intervenção do IRAR. Entre 1994 e 2004, as análises em falta passaram de 50% para cerca de 14%, o que corresponde a mais de 65 mil análises obrigatórias que não foram efectuadas, um número demasiado elevado que pode esconder muitas situações causadoras de problemas para a saúde pública. As principais análises em falta são relativas aos parâmetros orgânicos (como os pesticidas, com cerca de 44% de análises em falta, o tetracloroeteno, tricloroeteno e os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, com cerca de 30% de análises em falta) e aos metais, provavelmente devido ao seu elevado custo (Baptista et al., 2005b; IRAR, 2005d).

Entre 1999 e 2004, verificou-se uma redução de cerca de 30% nos incumprimentos aos valores paramétricos, que passaram de 2,4% para cerca de 1,8%. Os parâmetros com maiores níveis de incumprimento são os microbiológicos (coliformes totais e fecais, estreptococos e enterococos), o ferro, o manganês, o alumínio, o arsénio, o azoto e o pH, o que evidencia deficiências ao nível do tratamento efectuado, nomeadamente no processo de desinfecção (Baptista et al., 2005b; IRAR, 2005c, 2005d). A presença destas substâncias não representa um risco para a saúde pública, desde que não se encontrem em concentrações elevadas. Além disso, o ferro e o manganês afectam o estado de conservação dos componentes dos sistemas de abastecimento (IA, 2005a).

Normalmente, os sistemas de abastecimento de pequena dimensão<sup>23</sup> ou que possuem mais pontos de distribuição de água por concelho com baixos volumes médios diários, apresentam maiores deficiências ao nível do número de análises realizadas e da qualidade da água distribuída. Cerca de 85% dos incumprimentos aos valores paramétricos foram registados nestes sistemas de abastecimento (IRAR, 2005d). Este facto deve-se fundamentalmente a uma maior dispersão de meios (já que as respectivas entidades gestoras possuem um número considerável de sistemas de distribuição) e aos baixos recursos económicos, técnicos e humanos, indispensáveis a uma adequada gestão da água (IA, 2005a).

Em Portugal Continental e Açores, existe ainda um número bastante elevado de sistemas de abastecimento de pequena dimensão, que representam cerca de 93% do total de sistemas existentes e que abastecem apenas 19,5% da população (IRAR, 2005d). É ainda de salientar que 65% destes sistemas abastecem populações com menos de 500 habitantes, servindo 4% do total da população abastecida (IA, 2005a). Em contrapartida, os sistemas de abastecimento de maior dimensão<sup>24</sup> possuem mais recursos económicos, técnicos e humanos,

---

<sup>23</sup> Sistemas que servem uma população inferior a 5.000 habitantes.

<sup>24</sup> Sistemas que servem uma população superior a 50.000 habitantes.

pelo que apresentam, na maioria dos casos, um desempenho superior ao da média nacional, quer quanto à percentagem de análises em falta, quer quanto à percentagem de incumprimentos relativos à qualidade da água. Estes sistemas representam apenas 0,7% do total de sistemas existentes e abastecem 42% da população, situando-se na zona litoral do País e, na sua maioria, nas Regiões Metropolitanas de Lisboa e do Porto (IRAR, 2005d).

Os maiores problemas em termos de qualidade e de quantidade da água para consumo humano, como a seca de 2005 revelou, verificam-se nos concelhos do interior com menor população e em que esta se encontra concentrada em pequenos aglomerados, dispersos por grandes áreas geográficas. Estes concelhos possuem um número elevado de sistemas de abastecimento, um número reduzido de habitantes servidos por sistema de abastecimento e uma maior concentração de sistemas de abastecimento servindo menos de 100 habitantes. Entretanto, a qualidade da água para consumo humano deve melhorar progressivamente, visto que as entidades gestoras de sistemas em baixa passarão cada vez mais a dispor de água superficial de melhor qualidade, comprada às entidades gestoras de sistemas em alta (ver Capítulo 2.2.). Estas, ao assegurarem o controlo da qualidade da água, o tratamento adequado e uma disponibilidade permanente de água, contribuem para permitir um melhor desempenho às entidades gestoras de sistemas em baixa, especialmente nas zonas afectadas por falta de água (IRAR, 2005d).

Segundo a Quercus (2005), uma forma eficaz de aumentar a transparência, em relação à qualidade do serviço prestado e ao preço cobrado, e de aumentar o grau de exigência em relação às entidades gestoras seria a criação de facturas/recibos com informação sobre a qualidade da água, com base nas análises obrigatórias dos últimos três meses.

Relativamente às águas subterrâneas de Portugal Continental, em 2003, a maioria não apresentava qualidade suficiente para serem utilizadas para consumo humano<sup>25</sup>: 85% na região Centro e 78% na região de Lisboa e Vale do Tejo e 74% no Algarve. As águas subterrâneas com pior qualidade predominam no Algarve (55% a nível nacional). Os nitratos são os principais responsáveis pela degradação da qualidade da água subterrânea, o que pode reflectir alguma contaminação com origem em actividades agrícolas. O pH ácido, os coliformes totais, o azoto amoniacal (principalmente na região Centro) e os fosfatos (na região de Lisboa e Vale do Tejo) devem ter origem na ausência de sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais adequados. No Algarve, registaram-se concentrações elevadas de cloretos e, consequentemente, de condutividade eléctrica, o que evidencia a ocorrência de intrusão de água do mar nos aquíferos (IA, 2005a).

---

<sup>25</sup> A sua qualidade deve exigir apenas um tratamento físico e/ou desinfecção.



Desde 1995, a qualidade da água superficial das bacias hidrográficas portuguesas é maioritariamente razoável ou má. Em 2002, cerca de 18% das águas superficiais eram classificadas com qualidade boa, 47% com qualidade razoável<sup>26</sup>, 17% com qualidade má<sup>27</sup> e 18% com qualidade muito má<sup>28</sup>. Nenhuma obteve a classificação de excelente, apesar de ter acontecido em 2000 e 2001 para cerca de 5% das águas superficiais analisadas. De uma forma geral, entre 2001 e 2002 a qualidade das águas superficiais piorou nas principais bacias hidrográficas, embora se tenham verificado algumas excepções, como nas bacias dos rios Lima e Minho e nas bacias das ribeiras do Barlavento Algarvio. As bacias hidrográficas com pior qualidade da água superficial foram a bacia do rio Lis (com 100% da água com qualidade muito má), as bacias das ribeiras do Oeste (com 57% da água com qualidade muito má) e as bacias das ribeiras do Sotavento Algarvio (com 50% da água com qualidade muito má). Também as bacias do Tejo, do Vouga e do Guadiana apresentam resultados bastante negativos. Os principais parâmetros responsáveis pelas classificações obtidas foram os microbiológicos e a matéria orgânica, o que reflecte a existência de alguns problemas na eficiência do tratamento das águas residuais urbanas e de explorações agro-pecuárias. O caso das suiniculturas é particularmente grave, uma vez que se encontram concentradas em determinadas zonas do país, nomeadamente na região do Oeste, libertando as suas águas residuais, muitas vezes sem tratamento adequado, para os rios e ribeiros (IA, 2005a).

Relativamente à concentração de nutrientes (fósforo total e nitratos) nos rios e albufeiras portuguesas, a situação era a seguinte (IA, 2005a):

- ◆ Desde 2000 que os níveis de fósforo total nos rios baixaram para valores entre 0,007 mg/L e 0,10 mg/L, tendo-se verificado um ligeiro aumento entre 2001 e 2002;
- ◆ Desde 1998 que os níveis de nitratos nos rios se mantêm entre 4 e 5 mg/L, tendo-se verificado uma ligeira diminuição entre 2000 e 2002;
- ◆ O estado de eutrofização das albufeiras tem aumentado, desde cerca de 30%, em 1996, para cerca de 70%, em 2001;
- ◆ As albufeiras mais afectadas eram as das bacias hidrográficas do Mondego e ribeiras do Oeste, com 100% de eutrofização, Cávado/ribeiras Costeiras e Sado, com 85% de eutrofização, Guadiana e Tejo, com 75% de eutrofização.

Entre 1993 e 2005, a qualidade das águas balneares costeiras e interiores melhorou muito, tendo diminuído de 41,9% para 2,4% e de 83,3% para 4,1%, respectivamente, o número de zonas que não cumprem com a legislação. Esta melhoria deve-se ao cumprimento da frequência do número de análises, ao controlo das fontes de poluição, através dos investimentos

---

<sup>26</sup> Águas aptas para recreio sem contacto directo, irrigação, usos industriais e produção de água potável.

<sup>27</sup> Águas apenas aptas para irrigação, arrefecimento e navegação.

<sup>28</sup> Águas extremamente poluídas e inadequadas para a maioria dos usos.

realizados nas infra-estruturas de recolha e tratamento de águas residuais, e a uma gestão equilibrada a nível do ordenamento do território, devido à entrada em vigor dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (IA, 2005a; INAG, 2006a).

A qualidade das águas superficiais e subterrâneas portuguesas pode ser consultada nos *sites* do Instituto do Ambiente ([www.iambiente.pt](http://www.iambiente.pt)) e do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (<http://snirh.inag.pt>).

Um dos aspectos importantes no domínio da saúde pública é demonstrar a relação entre a qualidade da água para consumo humano e a saúde das populações, através de acções de vigilância sanitária<sup>29</sup>, nomeadamente a identificação das doenças de declaração obrigatória transmitidas pela água (Portaria nº 1071/98 e Decisão nº 2002/253/CE). Destas doenças salientam-se as seguintes: febre tifóide e paratifóide, outras salmoneloses, shigelose, leptospirose, hepatite A e a doença dos legionários. Apesar de muitas vezes a população não procurar apoio clínico e de não se atribuir a causa destas doenças à água para consumo humano, entre 2000 e 2004, as doenças com maior prevalência foram as outras salmoneloses e a hepatite A, as quais poderão estar associadas (IRAR, 2005d):

- ◆ Ao consumo de água proveniente de fontes de abastecimento alternativas, tais como poços, fontanários ou nascentes;
- ◆ À falta de sistemas adequados de saneamento de águas residuais;
- ◆ A outros tipos de contaminação resultantes da falta de higiene pessoal.

---

<sup>29</sup> Fiscalização e monitorização de carácter periódico, sob responsabilidade das Autoridades de Saúde, destinadas a localizar, identificar e procurar evitar, anular ou corrigir, riscos para a saúde humana, decorrentes do consumo de água, no âmbito do Decreto-Lei nº 243/2001 e do Decreto-Lei nº 336/93.

## 2.8. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Para garantir o fornecimento de água às populações e salvaguardar os ecossistemas é necessário uma gestão integrada dos recursos hídricos, que tenha em conta os interesses de todos os utilizadores (CSD, 1997b; WWF, 2000). A gestão integrada dos recursos hídricos torna-se ainda mais importante quando se trata de águas partilhadas entre vários estados e países, o que acontece em mais de 260 bacias hidrográficas mundiais (Thomson Gale, 2006; UN, 2006a).

A Rede Internacional dos Organismos de Bacia, criada em 1996, e o Programa de Acções Prioritárias da Conferência Internacional sobre Água e Desenvolvimento Sustentável de 1998, referem a necessidade da cooperação entre países que partilhem águas, de modo a (Bernard, 1999; PNUMA, 2004; RIOB, 2006):

- ◆ Garantir a distribuição racional e equitativa, a recuperação, a protecção e o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos e dos ecossistemas, em termos de quantidade e de qualidade;
- ◆ Facilitar a criação de bases de dados e a troca de informações, experiências e competências, para melhorar a gestão dos recursos hídricos e prevenir os riscos naturais perigosos;
- ◆ Gerir os recursos hídricos de um modo global, por grandes bacias hidrográficas;
- ◆ Promover o desenvolvimento sustentável das populações, evitando disputas e conflitos civis devido aos recursos hídricos partilhados.

Em 2001, a UNESCO e a Green Cross International, em resposta ao aumento das ameaças de conflitos relacionados com a água, lançaram o programa From Potential Conflict to Co-Operation Potential para promover a paz relativamente ao uso de águas partilhadas entre vários estados e países (UNESCO, 2006b). De seguida, apresentam-se alguns exemplos de cooperação entre países, no âmbito da gestão integrada dos recursos hídricos:

- ◆ A Convenção sobre a Protecção e Utilização dos Cursos de Água Transfronteiriços e dos Lagos Internacionais (Convenção de Helsínquia), adoptada em 1992 por 25 países europeus, incluindo Portugal, para promover o uso sustentável dos rios ou reservatórios de água que ocupam o território de mais de um país. No âmbito desta Convenção, foram assinados os protocolos sobre água e saúde, para garantir água de qualidade e saneamento para as populações, e sobre responsabilidade civil sobre acidentes em águas transfronteiriças, na sequência do rebentamento de um lago artificial com águas contendo cianeto na Roménia, em 2000, que poluiu vários cursos de água internacionais, incluindo o rio Danúbio (ECE, 1992);

- ◆ A Convenção sobre Cooperação para a Protecção e o Aproveitamento Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas (Convenção de Albufeira), assinada em 1998, é o acordo internacional mais importante para a gestão dos recursos hídricos em Portugal, tendo em conta que (a) há cinco rios que nascem em Espanha e desaguam no litoral português (Minho, Lima, Douro, Tejo e Guadiana), (b) apenas 22% destas bacias hidrográficas pertence a Portugal e (c) 64% do território continental de Portugal está integrado nas bacias hidrográficas referidas. Deste modo, se os rios internacionais ficarem poluídos ou se a sua água for desviada (transvase) ou ficar retida em barragens espanholas, Portugal sofrerá consequências graves. Ambos os países já haviam assinado convénios anteriores sobre a utilização dos rios comuns, em 1927, 1964 e 1968, os quais focavam apenas a construção de barragens. Esta nova Convenção aborda as bacias hidrográficas na sua globalidade, defendendo o estabelecimento de caudais mínimos nos rios internacionais e o aproveitamento sustentável dos recursos hídricos. A cooperação entre Portugal e Espanha ocorre através (a) da permuta de registos, bases de dados e estudos, (b) da criação de mecanismos de consulta ao país vizinho sobre projectos de aproveitamento das águas e (c) da coordenação em casos de cheias ou de secas (Convenção, 1998; Garcia, 2006);
- ◆ A Convenção para a Protecção do Reno, adoptada em 1999, é um programa de cooperação entre 5 países europeus que partilham a água do rio Reno (ICPR, 2005);
- ◆ A Iniciativa da Bacia do Nilo, lançada em 1999, é um programa de cooperação entre dez países africanos que partilham a água do rio Nilo (Panapress, 2006, 1 Maio);
- ◆ O Projecto para a Protecção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani, é um plano integrado para a protecção e a gestão sustentável de um dos maiores aquíferos do mundo, cobrindo cerca de 1,2 milhões de km no sudoeste da América do Sul, cujos recursos hídricos são partilhados pela Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai (PNUMA, 2004);
- ◆ A iniciativa no domínio da água, lançada em 2002 pela União Europeia, na Cimeira Mundial do Desenvolvimento Sustentável de Joanesburgo, baseia-se em parcerias entre vários países, sendo a Componente Latino-americana liderada por Portugal, Espanha e México, tendo como objectivos a gestão integrada de recursos hídricos, a melhoria dos serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, a prevenção contra cheias e seca, e a criação de um Fundo da Água da União Europeia para os países de África, das Caraíbas e do Pacífico, a fim de reduzir o número de pessoas sem qualquer acesso à água potável e ao saneamento (IPAD, 2004; COM, 2003, 23 Abr.).

Para se proceder a uma gestão integrada dos recursos hídricos, devem-se realizar as seguintes acções (PNUMA, 2004):

- ◆ Criação e caracterização de bacias hidrográficas;
- ◆ Identificação e avaliação da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos, por ex., através do Sistema Mundial de Observação do Ciclo Hidrológico (WMO, 2006);
- ◆ Criação de sistemas de monitorização e de transmissão de informações, referentes à disponibilidade (quantidade e qualidade) e necessidades de água, como por ex., a AQUASTAT (FAO, 2005), a FAOSTAT (FAO, 2006), a TERRASTAT (FAO, 2003), o GEO Data Portal (UNEP, 2006a), a Waterbase (EEA, 2006), o SNIRH (INAG, 2006c) e o INSAAR (INAG, 2006b);
- ◆ Conservação e protecção dos recursos hídricos, garantindo um armazenamento adequado de água para sustentar as funções normais dos ecossistemas e preservar a biodiversidade;
- ◆ Aumentar a eficiência do uso da água, através da mudança de práticas de desperdício (como irrigar durante o dia e utilizar sistemas de irrigação mais eficientes), do controlo de fugas, da recolha e utilização das águas pluviais, da reutilização de águas residuais e do uso de tecnologia, e da utilização de processos industriais e culturas agrícolas que consumam menos água;
- ◆ Transferência de água entre bacias hidrográficas, tendo em conta que este facto pode exercer uma pressão significativa sobre o meio ambiente, uma vez que um menor fluxo de água causa impacto sobre os ecossistemas. Por exemplo, o maior projecto de transferência de água de África (The Lesotho Highlands Water Project), com a participação dos governos de Lesoto e de África do Sul, transfere água desde o Lesoto até Joanesburgo. A vantagem deste projecto para o Lesoto é o desenvolvimento da agricultura de irrigação devido à construção de barragens (LHWP, 2005; Pottinger, 1998);
- ◆ Alteração das políticas relativas à água, nomeadamente a criação de incentivos à reutilização de águas residuais, criação e aplicação efectiva de novas leis, através de instituições e sistemas jurídicos apropriados, e a cobrança de preços adequados pela água consumida. O preço da água é normalmente inferior ao custo real de captação, tratamento e distribuição, em parte devido aos subsídios governamentais. Consequentemente, os consumidores têm pouco incentivo para poupar água. Além disso, o preço da água para uso agrícola costuma ser mais baixo do que para outros usos, cobrindo menos de metade do custo total dos serviços;

- ◆ Privatização de serviços de abastecimento de água e saneamento básico ou criação de parcerias entre os sectores público e privado, de modo a aumentar a qualidade dos serviços (através de novos investimentos de capital, capacidades administrativas e de organização e conhecimentos técnicos) e a garantir o acesso equitativo à água aos segmentos carentes da população;
- ◆ Participação de grupos comunitários locais nas decisões sobre políticas relativas à água, através de contribuições financeiras por meio de tarifas, da administração dos serviços de águas (de modo a recuperar todo o custo do investimento), de actividades simples de manutenção e da oferta de mão-de-obra e materiais de construção. Por exemplo, o Modelo de Tegucigalpa, implementado entre 1987 e 1996, serviu para melhorar o abastecimento de água e os serviços de saneamento em muitas comunidades da periferia de Tegucigalpa, capital das Honduras (CSD, 1998);
- ◆ Educação ambiental da população, particularmente dos mais jovens.

Desde a Cimeira da Terra (Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento), realizada no Rio de Janeiro, em 1992, as autoridades locais de muitos países começaram a aplicar Agendas 21 e Agendas Habitat locais. Estas são responsáveis por um progresso em relação à melhoria da eficiência do uso da água e do desenvolvimento sustentável, mediante a utilização de processos tecnológicos avançados e o estabelecimento de planos e políticas de gestão integrada de recursos hídricos, de modo a conservar e valorizar os recursos naturais, contribuir para a melhoria da qualidade do ambiente, combater a pobreza e a exclusão social e fortalecer a economia local (UN, 2005a; UNCHS, 2001).

O Segundo Fórum Mundial da Água, realizado em Haia, em Março de 2000, levou à adopção de uma Declaração Ministerial sobre Segurança da Água no Século XXI, a qual indicou os principais desafios sobre o uso da água, nas diferentes regiões do mundo (WWF, 2000):

- ◆ Atender às necessidades básicas - reconhecer que o acesso a água e saneamento seguros e suficientes faz parte das necessidades humanas básicas, essencial à saúde e ao bem-estar, e facultar às pessoas, principalmente às mulheres, o processo participativo na gestão da água;
- ◆ Assegurar o abastecimento de alimentos - melhorar a segurança alimentar, particularmente das camadas mais carentes e vulneráveis, por meio de mobilização e uso mais eficientes, bem como a distribuição mais equitativa de água para a produção de alimentos;
- ◆ Proteger os ecossistemas - assegurar a integridade dos ecossistemas por meio da gestão sustentável de recursos hídricos;
- ◆ Compartilhar os recursos hídricos - promover a cooperação pacífica e desenvolver sinergias entre diferentes usos da água em todos os níveis, sempre que possível, nos

países e, em casos de recursos hídricos fronteiriços e transfronteiriços, entre os países em questão, por meio da gestão sustentável de bacias fluviais ou outras abordagens apropriadas;

- ◆ Administrar os riscos - providenciar segurança contra inundações, secas, poluição e outros perigos associados à água;
- ◆ Valorizar a água - administrar a água de forma que reflecta seus valores económicos, sociais, ambientais e culturais para todas as suas utilizações e recorrer a serviços de definição do preço da água para reflectir o custo de seu fornecimento. Essa abordagem deverá considerar a necessidade de igualdade e as necessidades básicas das populações carentes e vulneráveis;
- ◆ Administrar a água com sensatez - garantir uma boa administração, de modo que o envolvimento do público em geral e os interesses de todas as partes estejam incluídos na gestão dos recursos hídricos.

As primeiras normas sobre a água, adoptadas pela União Europeia durante a década de 1970, referiam-se sobretudo à sua utilidade para o ser humano, nomeadamente à qualidade da água para consumo humano, para a prática banear e para a vida de peixes, moluscos e crustáceos de interesse comercial. Ao longo da década de 1990, foram criadas directivas sobre aspectos específicos de poluição, como as descargas de águas residuais e a utilização de fertilizantes e pesticidas. Em 2000, a Directiva-Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE, que representa um avanço significativo em matéria de política europeia sobre água, passou a abordar o valor ambiental e ecológico da água, para além da sua qualidade para uso humano, garantindo a protecção, o uso sustentável e a gestão dos recursos hídricos ao nível das bacias hidrográficas (Garcia, 2006).

A inovação politicamente mais complicada da Directiva-Quadro da Água é a que obriga, até 2010, os países a cobrarem pela água o preço que ela realmente custa. Na factura da água deverão estar incluídos não só os custos directos da amortização de projectos como barragens, sistemas adutores e canais de rega, mas também custos indirectos, como os ambientais. Também deve ser levado em consideração o princípio do poluidor-pagador, isto é, os sectores que mais poluem devem pagar mais pela água (Garcia, 2006).

Segundo a Directiva-Quadro, os Estados-membros deverão garantir o “bom estado” das águas superficiais e subterrâneas até 2015, em termos da qualidade da água (aspectos químicos), da sua quantidade e da composição e abundância da flora e da fauna (aspectos ecológicos). Relativamente à gestão dos recursos hídricos ao nível das bacias hidrográficas, até 2004, todos os países deveriam caracterizar as suas bacias e, até 2009, elaborar planos de gestão para cada uma delas. Em 2012, deverão existir planos de medidas para resolver



os problemas concretos identificados na caracterização de cada bacia. Os planos de gestão das 15 bacias hidrográficas portuguesas<sup>30</sup> foram elaborados em 2001 e 2002. O plano de bacia hidrográfica do rio Tejo foi publicado através do Decreto Regulamentar nº 18/2001, rectificado pela Declaração de Rectificação nº 21-E/2001.

Após a elaboração dos planos de bacia hidrográfica, aprovou-se em 2002 o Plano Nacional da Água (INAG, 2002), que define um conjunto de acções e medidas a tomar até 2020, para a gestão integrada dos recursos hídricos, envolvendo os diversos agentes interessados e tendo em conta:

- ◆ A convergência e articulação entre os planos de bacia hidrográfica;
- ◆ As necessidades das diferentes actividades sócio-económicas;
- ◆ A preservação dos ecossistemas;
- ◆ A utilização eficiente dos recursos;
- ◆ A redução das cargas poluentes;
- ◆ A identificação e prevenção de situações potenciais de risco (por ex., poluição e cheias).

Deste modo, pretende contribuir para o cumprimento dos objectivos estabelecidos na Convenção de Albufeira e na Directiva-Quadro, através da criação de um novo modelo para a administração dos recursos hídricos. O Plano Nacional da Água foi formalizado com a publicação da Lei da Água (Lei nº 58/2005), resultante da transposição da Directiva-Quadro para a legislação portuguesa, o que deveria ter ocorrido até ao final de 2003, de acordo com os prazos estipulados na Directiva-Quadro (Garcia, 2006).

Uma análise realizada no âmbito do Plano Nacional da Água, mostrou que, apesar das leis existentes, existiam inúmeras captações de água e descargas de águas residuais sem licença, o tratamento da água para consumo humano e das águas residuais urbanas não era adequado em muitos casos, e as acções de fiscalização e de inspecção eram insuficientes (Garcia, 2006).

---

<sup>30</sup> Minho, Lima, Cávado, Ave, Douro, Leça, Vouga, Mondego, Lis, ribeiras do Oeste, Tejo, Sado, Mira; Guadiana e ribeiras do Algarve.



## CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

### 3.1. QUESTÕES E OBJECTIVOS DO ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido tendo em conta (a) a importância do ciclo urbano da água, para a formação de cidadãos mais responsáveis e para a preservação do meio ambiente, (b) a escassa divulgação de informações sobre o ciclo urbano da água, na Internet e na escola, e (c) a importância da Internet, como recurso pedagógico, e do trabalho de projecto, como metodologia de ensino/aprendizagem, para a aquisição de conhecimentos e para o desenvolvimento de outras competências essenciais, tal como é previsto no currículo nacional do ensino básico. Foi neste contexto que se tentou responder às seguintes questões:

- ◆ Como é o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas?
- ◆ Como divulgar o ciclo urbano da água ao maior número de pessoas possível, de uma forma atractiva e educativa?
- ◆ Como aplicar o ciclo urbano da água aos conteúdos do ensino básico?
- ◆ Como é que os alunos do 3ª ciclo do ensino básico reagem à consulta de informação sobre o ciclo urbano da água na Internet?
- ◆ Que influência exerce a consulta de um *site* sobre o ciclo urbano da água, nas competências desenvolvidas pelos alunos durante o trabalho de projecto?

Partindo destas questões, definiram-se os seguintes objectivos:

- ◆ Divulgar o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas através da Internet;
- ◆ Divulgar e construir recursos educativos sobre o ciclo urbano da água, para alunos e professores;
- ◆ Promover o uso da Internet na escola como um recurso pedagógico regular, em espaços lectivos e com orientação do professor;
- ◆ Promover a introdução do ciclo urbano da água no ensino das ciências, no âmbito das orientações curriculares para a área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais do 3º ciclo;
- ◆ Contribuir para a utilização do trabalho de projecto por parte dos professores;
- ◆ Contribuir para o trabalho colaborativo entre professores, através do desenvolvimento de projectos comuns às disciplinas de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas;
- ◆ Compreender a importância da Internet e do trabalho de projecto, no âmbito das actividades disciplinares, para o desenvolvimento de competências em alunos do 8º ano.

Para se tentar atingir estes objectivos, realizaram-se as seguintes actividades:

- ◆ Caracterização do ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas;
- ◆ Recolha de recursos educativos em *sítes* portugueses relacionados com a água e o seu ciclo urbano;
- ◆ Criação de um *site* para a Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas (DAS/CMTN), de modo a disponibilizar na Internet a informação recolhida sobre o ciclo urbano da água;
- ◆ Divulgação e avaliação do *site* da DAS/CMTN;
- ◆ Realização de projectos sobre o ciclo urbano da água, por alunos de uma turma do 8º ano, no âmbito das disciplinas de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas, e recorrendo à consulta do *site* da DAS/CMTN;
- ◆ Análise das opiniões e das competências dos alunos referidos, de modo a avaliar o *site* e a recolher informações sobre como reagem à consulta de conteúdos sobre o ciclo da água na Internet e ao trabalho de projecto.

### 3.2. OPÇÕES METODOLÓGICAS

No presente estudo, os dados foram recolhidos e analisados de acordo com uma metodologia qualitativa de estudo de caso. A metodologia qualitativa é especialmente indicada quando se pretende descrever e interpretar um fenómeno na sua globalidade, e não estabelecer relações de causa-efeito ou quantificar certas variáveis numa população. Esta metodologia recorre às seguintes estratégias (Bidle et al., 1989; Bogdan & Biklen, 1994; Ludke & André, 1986; Merriam, 1988):

- ◆ O instrumento principal da investigação é o investigador;
- ◆ Observações repetidas ou prolongadas no tempo;
- ◆ Análise do contexto onde se enquadram os participantes do estudo;
- ◆ Recolha de dados através de um contacto muito aprofundado com os participantes do estudo, nos seus contextos naturais;
- ◆ Interpretação de uma grande variedade de dados descritivos, ricos em pormenores, o que permite cruzar informações sobre os participantes do estudo;
- ◆ Os dados recolhidos incidem sobre os comportamentos, descrições, experiências, atitudes, sentimentos, pensamentos e crenças dos participantes do estudo, que mantêm múltiplas influências com o contexto do estudo;
- ◆ A recolha e a análise dos dados são realizadas em simultâneo, permitindo ao investigador dirigir a recolha de dados de forma mais produtiva;
- ◆ O estudo dos processos é privilegiado em relação ao estudo dos resultados ou dos produtos;
- ◆ As questões estudadas não são recriadas experimentalmente pelo investigador, porque o estudo pode não produzir os mesmos resultados ao ser repetido;
- ◆ Não se põe de parte a utilização de instrumentos quantitativos para reforçar o estudo, mas tendo em conta que não se pode generalizar os resultados.

A metodologia qualitativa pode ser executada através do estudo de caso. Nesta estratégia metodológica, a amostra, em vez de ser aleatória e representativa de uma dada população, é intencional porque procura seleccionar casos relevantes e ricos em informação relativamente às principais questões do estudo. Pode-se optar por casos extremos, ricos em diversidade, típicos, problemáticos, interessantes ou invulgares. As fontes de informação podem ser documentos, bases de dados, entrevistas, observações directas, observação participante e artefactos físicos (Patton, 1987).

### **3.3. CONTEXTO DO ESTUDO**

O presente estudo foi realizado entre Setembro de 2005 e Julho de 2006, nas infra-estruturas da Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas, localizadas nas várias freguesias do concelho, e numa turma do 8º ano da Escola Básica de Torres Novas.

#### **3.3.1. Descrição geral do concelho de Torres Novas**

A cidade de Torres Novas fica situada na região do Ribatejo (sub-região do Médio Tejo) e no distrito de Santarém. Torres Novas é a sede de um concelho com cerca de 280 km<sup>2</sup> de área, que faz fronteira com os concelhos de Tomar, Ourém, Santarém, Golegã, Alcanena e Entroncamento.

O concelho é constituído por 17 freguesias: Alcorochel, Assentis, Brogueira, Chancelaria, Lapas, Meia Via, Olaia, Paço, Parceiros da Igreja, Pedrógão, Riachos, Ribeira Branca, Salvador, Santiago, Santa Maria, São Pedro e Zibreira. Segundo os “Censos 2001” (INE, 2003), o concelho possui 36.908 habitantes, enquanto que na cidade de Torres Novas residem 9.773 habitantes.

#### **3.3.2. Descrição geral da Escola Básica de Torres Novas**

No ano lectivo 2005-2006, a Escola Básica onde o estudo foi realizado, situada na cidade de Torres Novas, era a sede de um agrupamento de escolas, constituído por 22 jardins-de-infância e 24 escolas do 1º ciclo. Esta Escola Básica entrou em funcionamento em Novembro de 1970 como Escola Preparatória. O edifício actual, constituído por 5 pavilhões, entrou em funcionamento em 1981. Em 1994, tornou-se escola do ensino básico dos 2º e 3º ciclos.

No ano lectivo referido, foi frequentada por 601 alunos, 99 professores e 47 funcionários não docentes. A nível informático, possuía 80 computadores. Os alunos podiam utilizar 32 computadores, distribuídos pelas salas de Informática, TIC<sup>31</sup> e Centro de Recursos.

---

<sup>31</sup> Tecnologias de Informação e Comunicação

### **3.4. OBJECTOS E SUJEITOS DO ESTUDO**

Tendo em conta os objectivos do presente estudo, os objectos analisados foram os sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais da Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas (DAS/CMTN), e os sujeitos analisados foram os alunos de uma turma do 8º ano de escolaridade, da Escola Básica de Torres Novas.

#### **3.4.1. Descrição geral dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais da DAS/CMTN**

O Departamento de Obras e Serviços Urbanos da Câmara Municipal de Torres Novas, através da Divisão de Águas e Saneamento, é responsável pelas infra-estruturas do ciclo urbano da água no concelho. As principais funções da DAS/CMTN são fornecer água de qualidade às populações do concelho (abastecimento de água), através do Sector de Águas, e recolher e tratar as águas residuais (saneamento ou drenagem de águas residuais), através do Sector de Saneamento. Estes serviços são realizados recorrendo a um conjunto de equipamentos e instalações, que se denominam sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais.

Um sistema de abastecimento, ou sistema de distribuição, é o conjunto de equipamentos e instalações responsáveis pela captação, tratamento, transporte, armazenamento e distribuição de água potável às populações. Um sistema de drenagem, ou sistema de saneamento, de águas residuais é o conjunto de equipamentos e instalações responsáveis pela recolha, transporte, tratamento e rejeição das águas residuais no meio ambiente. É por estas infra-estruturas que a água circula, desde a sua origem até à sua descarga no meio ambiente, originando o ciclo urbano da água. Além disso, os serviços referidos contribuem para melhorar a qualidade de vida das pessoas e para um desenvolvimento sustentável, preservando o ambiente, sendo de realçar o seu contributo para a despoluição das bacias hidrográficas e para a melhoria dos ecossistemas.

Em 2006, no concelho de Torres Novas existiam 11 sistemas de abastecimento de água, num total de 15 sistemas e subsistemas (um dos sistemas estava dividido em 5 subsistemas), criados de acordo com o local de origem da água. Estes sistemas serviam cerca de 98% da população do concelho de Torres Novas.

Também existia um sistema de drenagem de águas residuais, que estava dividido em 10 subsistemas, criados de acordo com o local de tratamento das águas residuais. Estes subsistemas serviam cerca de 62% da população do concelho de Torres Novas, servindo com ETAR cerca de 55% da população.

Para mais informações, pode-se consultar os Anexos 2 e 3, e o *site* da DAS/CMTN (ver CD em anexo ou [www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das)).

### **3.4.2. Descrição geral da turma do 8º ano de escolaridade**

A turma do 8º ano de escolaridade, que foi analisada neste estudo, era constituída por 24 alunos, 12 rapazes e 12 raparigas, na sua maioria residentes nas aldeias do concelho de Torres Novas. Em 15 de Setembro de 2005, as suas idades estavam compreendidas entre os 12 e os 15 anos. Apenas um aluno se encontrava fora da escolaridade obrigatória, pela sua idade ser de 15 anos no início do ano lectivo, repetindo o 8º ano pela segunda vez. As habilitações literárias dos pais correspondiam aos vários ciclos do ensino básico, ao 12º ano e a um bacharelato.

Durante o primeiro período, os alunos apresentaram mais dificuldades nas disciplinas de Matemática, Inglês, Francês, História e CFQ. Durante o segundo período, apresentaram mais dificuldades nas disciplinas de Matemática, Francês, Português e Inglês. Nestas disciplinas existiam 5 ou mais alunos com nível 2. O número de alunos com 3 ou mais níveis 2 foi igual a 8, no primeiro período, e igual a 9, no segundo período. O número de alunos com nível 5 às disciplinas de CN e de CFQ foi de 3 e 1, respectivamente (ver Anexo 8). Dois alunos possuíam conhecimentos informáticos de programação.

Esta turma foi escolhida pelo facto das professoras de CN e de CFQ terem aceite desenvolver projectos comuns com os seus alunos, sobre o ciclo urbano da água, no âmbito deste estudo e das respectivas disciplinas (ver Anexo 9). De salientar que estes alunos já tinham realizado projectos no âmbito da disciplina de CFQ, durante o 7º ano de escolaridade, tendo sido alunos do autor deste estudo. Outro aspecto, importante para a escolha desta turma, foi o facto dos alunos serem residentes em várias localidades do concelho, o que permitiu a realização de diferentes projectos sobre o ciclo urbano da água nessas localidades.

### 3.5. INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

No presente estudo, os dados foram recolhidos através de vários instrumentos, utilizados em conjunto para se identificar novos aspectos do problema, completar e confirmar as informações recolhidas (Ludke & André, 1986). Utilizaram-se os seguintes instrumentos de recolha de dados:

- ◆ Documentos;
- ◆ Inquérito por entrevista;
- ◆ Inquérito por questionário;
- ◆ Observação participante.

#### 3.5.1. Documentos

No âmbito do presente estudo, foram analisados documentos da DAS/CMTN e fotografias dos equipamentos e infra-estruturas relacionadas com o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas. Também se analisaram documentos da Escola Básica, relativamente aos alunos da turma do 8º ano de escolaridade que participaram no estudo. Foram recolhidos e analisados os seguintes documentos elaborados pelos alunos da turma referida: “Plano Individual de Trabalho” (ver Anexo 10), registo de “Avaliação do Projecto” (ver Anexo 11) e o produto final dos projectos (artigo e poster, realizados por cada grupo de alunos).

Além disso, entre Agosto e Dezembro de 2005, foram analisados 383 *sítes* portugueses, de modo a se criar, no *site* da DAS/CMTN, as secções “Águas Divertidas” e “Águas em Portugal” (ver Capítulo 3.7.2.). Esses *sítes* pertenciam a:

- ◆ 308 câmaras municipais (municípios), das quais apenas 22 foram seleccionadas para o portal “Águas em Portugal” (ANMP, 2005; DGAA, 2005);
- ◆ 12 serviços municipalizados;
- ◆ 7 empresas municipais;
- ◆ 1 empresa intermunicipal;
- ◆ 2 associações de municípios;
- ◆ 17 empresas do Grupo Águas de Portugal;
- ◆ 7 empresas privadas;
- ◆ 14 instituições do Estado;
- ◆ 7 associações portuguesas;
- ◆ 7 projectos de informação e educação ambiental;
- ◆ 1 projecto sobre a química da água.

### **3.5.2. Inquérito por entrevista**

O inquérito por entrevista é um processo de recolha de dados descritivos, na linguagem da própria pessoa entrevistada, durante o qual o entrevistador contacta directamente com o entrevistado, interrogando-o com o objectivo de conhecer as suas experiências pessoais e opiniões, sobre alguns aspectos relacionados com o estudo. Deste modo, a informação recolhida encontra-se centrada no entrevistado e dificilmente se torna generalizável em termos de explicação de um problema (Bogdan & Biklen, 1994; Ferrarotti; Leite, Malpique & Santos, 2001; Vidigal, 1996).

No presente estudo, realizaram-se entrevistas semi-estruturadas, em que os entrevistados responderam a um conjunto de questões abertas, previamente definidas e registadas em guiões. Estes guiões serviram como orientação e não como um plano rígido a seguir durante a entrevista.

As entrevistas foram realizadas aos 2 responsáveis pela DAS/CMTN, entre Setembro de 2005 e Março de 2006, para recolher e confirmar informações sobre aspectos técnicos do ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas. Os guiões que foram elaborados para estas entrevistas eram muito abrangentes e possuíam muitas questões, que variaram ao longo do tempo e consoante o interlocutor, de acordo com as dúvidas que surgiram durante a caracterização dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais da DAS/CMTN. Devido a estas razões, não se apresentam em anexo os guiões referidos.

Também se realizaram entrevistas a 8 alunos da turma referida anteriormente, constituídas por 9 questões abertas (ver Anexo 14): 5 sobre o *site* da DAS/CMTN, construído no âmbito deste estudo, e 4 sobre a realização do projecto que estavam a desenvolver, no âmbito deste estudo e das disciplinas de CN e de CFQ (ver Anexo 9). As entrevistas aos alunos foram efectuadas no mês de Maio de 2006, durante a realização dos projectos, e tiveram a duração de cerca 30 min. A selecção dos alunos entrevistados foi realizada tendo em conta as suas diferenças, em termos de sexo, aproveitamento escolar e grupo de trabalho de projecto a que pertenciam (foi escolhido um aluno por grupo), de modo a se recolher um conjunto de informações provenientes de alunos com características diferentes.

### **3.5.3. Inquérito por questionário**

O inquérito por questionário é um conjunto de questões escritas, que interroga uma pessoa sobre factos, opiniões, motivações e atitudes. Pode ser construído com questões abertas, fechadas ou de escolha múltipla (Leite, Malpique & Santos, 2001). No presente estudo, realizaram-se três questionários.



O primeiro questionário (Questionário Diagnóstico) foi administrado a 23 alunos no início dos projectos, sendo constituído por 10 perguntas abertas e nove fechadas (ver Anexo 12). Com este questionário, pretendeu-se recolher informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao ciclo urbano da água, sobre os seus hábitos de utilização do computador e da Internet em casa e na Escola, bem como sobre a sua opinião em relação à realização de projectos.

O segundo questionário (Questionário Sobre a Qualidade do *Site*) foi administrado a 23 alunos e 4 professores, enquanto consultavam o *site* da DAS/CMTN, construído no âmbito deste estudo, de modo a se recolher informações sobre a qualidade do *site*. Este questionário era constituído por 41 perguntas fechadas e 9 perguntas abertas (ver Anexo 7).

O terceiro questionário (Questionário Final) foi administrado a 23 alunos no fim dos projectos, sendo constituído por 8 perguntas abertas sobre o ciclo urbano da água (ver Anexo 13). Com este questionário, pretendeu-se identificar os conhecimentos sobre o ciclo urbano da água, adquiridos pelos alunos ao longo da realização dos projectos referidos anteriormente.

#### **3.5.4. Observação participante**

Durante a observação participante o investigador observa de perto a actuação dos sujeitos do estudo, interagindo com eles e participando activamente nas mesmas situações, de modo a recolher o máximo de informação possível (Bogdan & Taylor, 1986; Goetz & Lecompte, 1984; Jorgensen, 1989; Lessard-Hébert, Goyette & Boutin, 1990; Ludke & André, 1986; Schratz, 1993; Spradley, 1980).

No presente estudo, a observação participante decorreu durante a realização de projectos sobre o ciclo urbano da água, no âmbito dos conteúdos das disciplinas de CFQ e CN. Os projectos foram realizados pelos alunos da turma referida anteriormente, durante o terceiro período escolar, em alguns tempos lectivos das disciplinas de CFQ e CN, e nas aulas de Área de Projecto (90 min. semanais). O autor do presente estudo orientou e avaliou os alunos durante as várias etapas dos projectos, assumindo o papel de investigador e de professor da turma, juntamente com as professoras de CN e de CFQ (que também era professora de Área de Projecto). De salientar que os alunos analisados neste estudo já tinham realizado projectos no âmbito da disciplina de CFQ, durante o 7º ano de escolaridade, tendo sido alunos do autor do presente estudo.

### **3.6. PROCESSO DE CARACTERIZAÇÃO DO CICLO URBANO DA ÁGUA NO CONCELHO DE TORRES NOVAS**

Para se proceder à caracterização dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais da DAS/CMTN, e do respectivo ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas, realizaram-se as seguintes actividades:

- ◆ Envio de um ofício dirigido ao presidente da Câmara Municipal de Torres Novas, pedindo autorização para a divulgação na Internet de informação sobre o abastecimento de água e o saneamento de águas residuais no concelho, com a colaboração dos responsáveis pela DAS/CMTN;
- ◆ Recolha e análise de toda a informação existente na DAS/CMTN;
- ◆ Visita guiada do investigador a todas as infra-estruturas e equipamentos da responsabilidade da DAS/CMTN, de modo a se ter uma visão concreta do ciclo urbano da água enquanto se procedia à sua caracterização;
- ◆ Registo fotográfico de todas as infra-estruturas e equipamentos visitados, tendo em conta que não existia nenhum registo deste tipo e que seria indispensável para ilustrar o ciclo urbano da água;
- ◆ Realização de várias entrevistas individuais semi-estruturadas, aos dois engenheiros responsáveis pela DAS/CMTN, para recolher mais informações e para esclarecer dúvidas.

Este processo de caracterização realizou-se entre Setembro de 2005 e Março de 2006. O seu resultado encontra-se nos Anexos 2 e 3, e nas secções “Abastecimento de Água” e “Águas Residuais” do *site* da DAS/CMTN (ver CD em anexo ou [www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das)).

### 3.7. CONSTRUÇÃO DO *SITE* DA DAS/CMTN

O *site* da DAS/CMTN foi construído tendo em conta as teorias ergonómica e construtivista, de modo a poder ser utilizado para fins informativos e educativos, nomeadamente em ambiente de sala de aula. Neste caso, o *site* poderá contribuir para a aprendizagem de conteúdos curriculares e para a promoção do trabalho colaborativo, através da realização de projectos.

Segundo a teoria ergonómica, o *site* deve possuir características técnicas de construção, como o aspecto gráfico, a apresentação dos conteúdos e a navegação nas páginas, responsáveis pelo acesso à informação sem dificuldades e por um ambiente de trabalho agradável e funcional. Segundo a teoria construtivista, o *site* deve possuir características pedagógicas que contribuam para o processo de construção do conhecimento (aprendizagem), como ferramentas dinâmicas e interactivas<sup>32</sup> que tratam o erro como uma nova possibilidade de aprendizagem<sup>33</sup>, podendo ser exploradas livremente e de modo diferenciado pelos utilizadores, nomeadamente por alunos. Estas teorias complementam-se, pois um ambiente de trabalho ergonómico auxilia o processo de aprendizagem, através da exploração das ferramentas construtivistas no máximo da sua potencialidade (Kalinke & Trovon, 2002).

As seis características incluídas no *site* da DAS/CMTN foram divididas num conjunto de subcaracterísticas e de atributos (ver Tabela 3.7.1.), tendo sido adaptadas a partir de grelhas de análise da qualidade de *sites* educativos, elaboradas em estudos anteriores (Carvalho, Simões & Silva, 2004; Franco & Chagas, 2000; Kalinke & Trovon, 2002; Simões & Carvalho, 2004).

Apesar de ter sido feita esta divisão, existem subcaracterísticas e atributos que poderiam estar associados a outras características, nomeadamente à usabilidade. Esta característica é transversal a todas as outras referidas na Tabela 3.7.1. (Simões & Carvalho, 2004), principalmente às características funcionalidade, fiabilidade e eficiência (Carvalho, Simões & Silva, 2004). Assim, a construção do *site* da DAS/CMTN baseou-se em três características fundamentais, que se podem converter em três questões intuitivas, que o utilizador coloca muitas vezes quando encontra um *site* (Carvalho, Simões & Silva, 2004):

- ◆ Identidade - A autoria da informação é de confiança?
- ◆ Informação - A informação tem qualidade?
- ◆ Usabilidade - O *site* é fácil de usar?

---

<sup>32</sup> Ferramentas que podem ser manipuladas pelo utilizador, como animações, simulações e jogos.

<sup>33</sup> Ao cometer um erro numa actividade, o utilizador não deve ser imediatamente corrigido, mas sim levado a reflectir sobre a sua resposta e a abordar a questão de um modo diferente.

**Tabela 3.7.1. Características, subcaracterísticas e atributos do site da DAS/CMTN.**

<b>Características</b>	<b>Subcaracterísticas</b>	<b>Atributos</b>
<b>Identidade</b>	Distinção	Endereço Nome no explorador Metadados Símbolo
	Contextualização	Descrição de conteúdo Descrição de destinatários Descrição de objectivos Data de criação Data de actualização
	Autoria	Entidade proprietária Endereço de <i>e-mail</i> Profissão do autor Instituição de trabalho do autor
<b>Informação</b> (Conteúdos)	Credibilidade	Relevância profissional da entidade proprietária e do autor Referências
	Informação curricular	Temas de Ciências Físicas e Naturais Tema transversal
	Informação para o aluno	Materiais didácticos Materiais dinâmicos e interactivos <i>Links</i> úteis
	Informação para o professor	Planos de actividades Registos de avaliação
	Informação para outros utilizadores	Informação regional Informação geral

Continua >

**Tabela 3.7.1. Características, subcaracterísticas e atributos do site da DAS/CMTN.**

> Continuação

<b>Características</b>	<b>Subcaracterísticas</b>	<b>Atributos</b>
<b>Usabilidade</b>	Aspecto gráfico	Animações
		Imagens
		Cores
	Legibilidade	Zonas da página
		Títulos
		Contraste do texto
		Tipo de Letra
		Parágrafos
		Linguagem
<b>Funcionalidade</b>	Navegação	Menu de navegação
		Permanência do menu
		Posição do menu
	<i>Links</i>	Mapa do site
		URL no rodapé
		<i>Links</i> visíveis
	Pesquisa	<i>Links</i> comentados
		Novidades
		Pesquisa interna
	Comunicação	Comunicação assíncrona
		Resposta a <i>e-mail</i>
<b>Fiabilidade</b>	Edição	Funções de botão do rato
	Interacção	Interacção de página
	Navegação	<i>Links</i> internos nas páginas
		<i>Links</i> sem erros
	Erros	Erros nas páginas
	Barras de ferramentas	Barras de ferramentas do navegador visíveis
<b>Eficiência</b>	Rapidez	Tempo de abertura
	Recursos	Quantidade e tipo de ficheiros utilizados
	Actualização	Frequência de publicação
	Adaptação	Resolução
		Navegador

### 3.7.1. Identidade

A característica “identidade” está relacionada com a identificação do *site*, em termos de distinção, contextualização e autoria.

A subcaracterística “distinção” corresponde a um conjunto de atributos que tornam o *site* da DAS/CMTN diferente de outros *sites* e que o permitem ser identificado facilmente:

- ◆ Endereço fácil de lembrar – O endereço [www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das) é o da Câmara Municipal de Torres Novas com a terminação “/das”, referente à abreviatura de “Divisão de Águas e Saneamento”;
- ◆ Nome no navegador – Todas as páginas possuem um título (nome do *site* e da respectiva secção) que se encontra visível no topo da janela do navegador (por ex., “~ CMTN ~ Divisão de Águas e Saneamento ~ Águas Residuais”);
- ◆ Metadados – Todas as páginas possuem a seguinte descrição do *site*:

Tudo sobre o ciclo urbano da água: Abastecimento de Água, Águas Residuais, Águas em Portugal e Águas Divertidas (jogos, animações, imagens, bandas desenhadas, livros e actividades que poderão ser realizadas por professores e alunos) ~ Site oficial da Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas.

Possuem também um conjunto de palavras-chave, relacionadas com os conteúdos do *site*. Os metadados estão gravados no código HTML e são importantes para que as páginas sejam encontradas mais facilmente pelos motores de busca e para que estes coloquem, no resultado da pesquisa, a descrição do *site* juntamente com o *link*.

- ◆ Símbolo – Como a Divisão de Águas e Saneamento não possuía um símbolo, este foi criado pelo autor do *site* da DAS/CMTN para ser utilizado nas suas páginas. O símbolo é constituído por uma gota de água, duas ondas e o nome da entidade referida. A gota de água representa a água de abastecimento e as duas ondas representam as águas residuais (ver Figura 3.7.1.1.). O tipo de letra é igual à que é utilizada no símbolo do município de Torres Novas e as cores são iguais às do *site* da DAS/CMTN.



**Figura 3.7.1.1. Símbolo da DAS/CMTN utilizado no respectivo *site*.**

A subcaracterística “contextualização” corresponde a um conjunto de atributos que informam os utilizadores sobre o conteúdo, destinatários e objectivos do *site*, bem como sobre quando foi criado e actualizado. Todas as páginas do *site* da DAS/CMTN possuem no rodapé a data de actualização, enquanto que os restantes atributos estão descritos na página “O Site”.

A subcaracterística “autoria” corresponde a um conjunto de atributos que informam os utilizadores sobre a entidade proprietária do *site* e o seu autor (tais como a profissão e instituição de trabalho), incluindo os endereços de *e-mail* para os contactar. Estas informações, para além de se encontrarem no rodapé de todas as páginas do *site* da DAS/CMTN, podem ser consultadas nas páginas “O *Site*” e “Contactos”.

### 3.7.2. Informação

A característica “informação” está relacionada com os conteúdos do *site*, em termos de credibilidade, informação curricular e informação para o aluno, professor e outros utilizadores. Esta característica é uma das mais importantes pois o tipo e a qualidade da informação de um *site* determinam a sua procura e utilização.

A informação do *site* da DAS/CMTN pretende caracterizar o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas (ver Capítulo 3.6.) e divulgar *sites* e materiais pedagógicos sobre a água (nomeadamente sobre os ciclos natural e urbano da água, o tratamento de água para consumo humano e de águas residuais, a qualidade da água e o seu uso eficiente), estando dividida em quatro secções:

- ◆ Abastecimento de Água - Caracterização dos sistemas de abastecimento de água do concelho de Torres Novas;
- ◆ Águas Residuais - Caracterização do sistema de drenagem de águas residuais do concelho de Torres Novas;
- ◆ Águas em Portugal - Divulgação de *sites* portugueses, nomeadamente de municípios, instituições do Estado, empresas e associações;
- ◆ Águas Divertidas - Divulgação de materiais pedagógicos dinâmicos e interactivos (jogos, animações, imagens, bandas desenhadas, textos, livros e actividades que poderão ser realizadas por professores e alunos). Esta secção ficou associada ao projecto “w3 dos + novos”, do Secretariado Inter-Associações de Professores<sup>34</sup>, através do respectivo logótipo, do título “DAS dos + novos” e de um *link* para o *site* do projecto.

Nas secções “Abastecimento de Água” e “Águas Residuais” também se apresenta informação geral sobre as várias etapas e infra-estruturas relacionadas com o abastecimento de água e a drenagem de águas residuais, na forma de “perguntas mais frequentes”.

---

<sup>34</sup> Este projecto, disponível em <http://siap.no.sapo.pt/w3dosmaisnovos>, pretende contribuir para a criação de páginas “dos + novos” que, numa linguagem rigorosa, mas simples e aliciante, ponham ao alcance de alunos, até aos 12 anos de idade, alguns dos conteúdos específicos de instituições com sítios na Internet. Estas páginas serão divulgadas entre os sócios de onze associações de professores.

A subcaracterística “credibilidade” corresponde a um conjunto de atributos que aumentam a confiança do utilizador relativamente à informação disponível no *site*:

- ◆ Relevô profissional da entidade proprietária e do autor – A Câmara Municipal de Torres Novas é a entidade proprietária do *site* da DAS/CMTN, o qual está alojado no endereço dessa instituição (<http://www.cm-torresnovas.pt>) de modo a reforçar a sua credibilidade. O autor do *site*, para além de referir a sua profissão e instituição de trabalho, irá publicar o presente trabalho de investigação;
- ◆ Referências – Sempre que se recorreu a uma determinada fonte de informação, para retirar textos, imagens, documentos electrónicos e animações, colocou-se a respectiva referência bibliográfica ou um *link* para o *site* de origem dessa informação.

A subcaracterística “informação curricular” corresponde a um conjunto de atributos que permitem a utilização dos conteúdos do *site* por professores e alunos do ensino básico, de acordo com o Currículo Nacional do Ensino Básico:

- ◆ Tems de Ciências Físicas e Naturais – O *site* da DAS/CMTN contém conteúdos relacionados com a água, de acordo com o currículo nacional do ensino básico para as Ciências Físicas e Naturais (ver Anexo 4);
- ◆ Tems transversais – “A água”, nas suas várias perspectivas físicas, químicas, biológicas, geológicas, ecológicas, históricas e sociológicas, é um tema transversal às várias áreas curriculares disciplinares e não disciplinares do ensino básico e secundário. O documento do currículo nacional do ensino básico apresenta “A água no meu concelho” como “um projecto sobre o estudo da água que toma um carácter interdisciplinar nos diferentes ciclos de escolaridade” (ME, 2001b, p. 130).

A subcaracterística “informação para o aluno” corresponde a um conjunto de atributos que ajudam o aluno a compreender mais facilmente os conteúdos do *site* e a testar os seus conhecimentos, através do uso de materiais didácticos (por ex., filmes, bandas desenhadas, *WebQuest*), materiais dinâmicos e interactivos (por ex., jogos, simulações, animações e *WebQuiz*) e de um conjunto de *links* úteis relacionados com os temas do *site*. O *site* da DAS/CMTN apresenta, nos “Destaques” de cada página e na secção “Águas em Portugal”, um conjunto de *links* nacionais, para facilitar a pesquisa na Internet de conteúdos sobre a água, nomeadamente sobre o ciclo urbano da água nos vários municípios portugueses. A secção “Águas Divertidas” corresponde a um conjunto de páginas com materiais didácticos, dinâmicos e interactivos de vários tipos.



A subcaracterística “informação para o professor” corresponde a um conjunto de atributos que apoiam a actividade do professor na sala de aula, nomeadamente planos de actividades e registos de avaliação. Neste âmbito, o *site* da DAS/CMTN contém planos de actividades para os três ciclos do ensino básico, um “Plano Individual de Trabalho” e um registo de “Avaliação do Projecto”, para os alunos preencherem, uma folha de cálculo para o registo da avaliação dos projectos e *links* para *sites* em inglês com materiais didácticos. Estes materiais encontram-se disponíveis na página “Actividades” da secção “Águas Divertidas”.

A subcaracterística “informação para outros utilizadores” corresponde a um conjunto de atributos que revelam a importância dos conteúdos do *site*, em termos de informação regional para as pessoas do concelho e de informação geral para as pessoas de outros concelhos. O *site* da DAS/CMTN, nas secções “Abastecimento de Água” e “Águas Residuais”, descreve em pormenor o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas, fornecendo a informação regional necessária para que as pessoas do concelho saibam de onde vem, como é tratada, transportada e analisada a água que consomem e como são recolhidas, transportadas, tratadas e descarregadas no meio ambiente as águas residuais que produzem. As pessoas de outros concelhos podem não estar interessadas neste tipo de informação regional, no entanto, tal como referido anteriormente, a restante informação disponível no *site* é de carácter geral.

### 3.7.3. Usabilidade

A característica “usabilidade” está relacionada com a facilidade com que a estrutura do *site* é apreciada, compreendida e usada pelo utilizador, de acordo com o seu aspecto gráfico, as condições de legibilidade e de navegação.

A subcaracterística “aspecto gráfico” corresponde a um conjunto de atributos que tornam o *site* atractivo, simples e original:

- ◆ Animações – A primeira página do *site* da DAS/CMTN contém uma introdução animada com os logótipos do Município de Torres Novas e da Divisão de Águas e Saneamento e com uma onda que, ao subir e descer, desvenda o lema da DAS/CMTN “Fornecemos água de qualidade; Tratamos as águas residuais; Melhoramos o ambiente do concelho” (ver Figura 3.7.3.1.). Também foi criada uma animação com os logótipos e o lema referidos, para ser colocada no topo de todas as páginas (ver Figura 3.7.3.2.);
- ◆ Imagens – As páginas do *site* foram criadas a partir de uma página modelo do programa Xara Webstyle 4. O tema utilizado, denominado “Pastel”, inclui imagens azuis com cantos redondos colocadas nos cabeçalhos e rodapés de três zonas da página,

que se encontram separadas deixando visível o fundo azul-escuro do *site* (ver Figura 3.7.3.2). O menu principal possui imagens de uma canalização e de tanques, alusivos ao tema do *site*. A maioria das páginas contém fotografias e imagens no interior de molduras. Estas molduras e o menu principal também foram retirados do programa Xara Webstyle 4;

- ◆ Cores – As cores predominantes no *site* são o azul-escuro, azul-claro e branco, evitando o excesso de cores e mantendo a harmonia visual.



Figura 3.7.3.1. Imagem da animação utilizada na página de introdução do *site* da DAS/CMTN.



Figura 3.7.3.2. Imagem da página inicial do *site* da DAS/CMTN.

A subcaracterística “legibilidade” corresponde a um conjunto de atributos que permitem que o texto seja lido sem dificuldade e que os conteúdos sejam facilmente identificados:

- ◆ Zonas de página – As páginas do *site* da DAS/CMTN estão divididas em três zonas separadas e bem visíveis, com funções distintas (ver Figura 3.7.3.2). No topo das

páginas encontra-se a identificação da entidade proprietária, o seu logótipo e lema, o menu de navegação principal, a data, *links* para a pesquisa interna e adicionar aos favoritos e e *links* para as páginas “O Site”, “Mapa do Site” e “Contactos”. Os “Destaques” situam-se no lado direito das páginas e possuem um menu secundário, com *links* internos para as páginas da respectiva secção, e *links* externos para outros *sites* importantes. A área principal contém os conteúdos do *site* e encontra-se no centro da página, sendo limitada pelo título da página e pelo rodapé;

- ◆ Títulos – Todas as páginas do *site* possuem um título bem destacado e que indica claramente o seu conteúdo. Sempre que é necessário, existem subtítulos nas páginas;
- ◆ Contraste do texto – As páginas do *site* possuem um fundo branco com texto azul-escuro ou azul-claro, no caso dos *links*, de modo a que não sejam visualmente agressivas ou cansativas e permitindo uma leitura fácil por parte do utilizador. Para aumentar o contraste, os títulos, subtítulos e as palavras-chave do texto encontram-se a negrito;
- ◆ Tipo de Letra – O tipo de letra utilizado no *site* é a “Verdana”, por ser simples e de fácil leitura, com um tamanho de 8 pt, 10 pt para os subtítulos e 14 pt para os títulos das páginas;
- ◆ Parágrafos – O texto utilizado no *site* está apresentado em pequenos parágrafos alinhados à esquerda. O espaçamento entre linhas é de 20 px<sup>35</sup>, com uma margem esquerda de 10 px e uma margem direita de 5 px. O espaçamento entre parágrafos é maior do que entre linhas;
- ◆ Linguagem – A linguagem utilizada no *site* é clara, simples e directa, principalmente apropriada aos alunos do ensino básico. Os textos são curtos e, sempre que possível, incluem marcas, imagens, fotografias ou animações.

A subcaracterística “navegação” corresponde a um conjunto de atributos que permitem que o utilizador mude de página facilmente e que encontre os conteúdos que deseja com o menor número de cliques:

- ◆ Menu de navegação – O *site* da DAS/CMTN contém um menu principal de navegação, com as quatro secções do *site*. Este menu é muito simples, permitindo a rápida memorização da localização das áreas temáticas do *site*. Além disso, possui um menu secundário nos “Destaques” de cada página, com *links* internos para as páginas da respectiva secção, e um menu no topo e no rodapé de cada página que indica as páginas de nível superior (por ex., se o utilizador se encontrar na página “Jogos”, verá o menu “Início > Águas Divertidas”);
- ◆ Permanência do menu – Os menus referidos encontram-se em todas as páginas;
- ◆ Posição do menu – O menu principal encontra-se no topo das páginas e o menu secundário encontra-se no lado direito do *site*;

---

<sup>35</sup> Píxeis.

- ◆ Mapa do *site* – O *site* possui uma página, denominada “Mapa do *Site*”, que promove a autonomia do utilizador ao facilitar a sua localização no *site* e o seu acesso a todas as páginas principais, através de *links* internos.

### 3.7.4. Funcionalidade

A característica “Funcionalidade” está relacionada com o tipo de funções que o utilizador pode executar quando utiliza o *site*, em termos de *links*, pesquisa, comunicação, edição e interacção.

A subcaracterística “*links*” corresponde a um conjunto de atributos que permitem que os *links* sejam facilmente identificados:

- ◆ URL no rodapé – À excepção das animações, todos os *links* do *site* da DAS/CMTN apresentam o seu URL completo no rodapé do navegador;
- ◆ *Links* visíveis – Os *links* na forma de texto estão identificados pela sua cor azul-clara. No caso de estarem na forma de fotografias e imagens, estas tornam-se mais claras quando o rato passa por cima delas ou aparece uma indicação para o utilizador clicar nesse local. Em todos os *links* a forma do cursor do rato altera-se para uma mão;
- ◆ *Links* comentados – Todos os *links*, na forma de fotografias e imagens, possuem um comentário que os identifica ou que indica a função que será executada (por ex., “clique para ampliar a foto”). Esta funcionalidade é importante para a acessibilidade do *site* a cegos, que utilizam um leitor de ecrã para ler o texto associado às fotografias ou imagens.

A subcaracterística “pesquisa” corresponde a um conjunto de atributos que indicam a localização da informação no *site*, evitando a navegação desnecessária por páginas que não estão relacionadas com as informações pretendidas pelo utilizador:

- ◆ Novidades – A informação mais recente do *site* da DAS/CMTN pode ser acedida através de *links*, colocados nos “Destaques” da página inicial;
- ◆ Pesquisa interna – A pesquisa de conteúdos no *site* da DAS/CMTN pode ser efectuada através do *link* “Pesquisa”, que se encontra junto ao menu principal.

A subcaracterística “comunicação” corresponde a um conjunto de atributos que permitem a troca de informação entre os utilizadores e o responsável pelo *site*:

- ◆ Comunicação assíncrona – As formas de comunicação que não ocorrem em tempo real, existentes no *site* da DAS/CMTN, são o *e-mail* e o preenchimento de um formulário, disponível nas páginas “Contactos” e “Águas em Portugal”;

- ◆ Resposta a *e-mail* – Sempre que possível, o responsável pelo *site* responderá a todas as mensagens de correio electrónico enviadas pelos utilizadores.

A subcaracterística “edição” corresponde ao atributo “funções de botão do rato”. Estas funções são activadas quando se clica no botão direito do rato, permitindo a utilização (edição) da informação apresentada no *site* (por ex., ver código-fonte, abrir numa nova janela, guardar, imprimir, enviar, definir e copiar). À excepção das animações do programa Macromedia Flash, todos os outros ficheiros do *site* da DAS/CMTN podem ser editados com o botão do rato.

A subcaracterística “interacção” corresponde ao atributo “interacção de página” que permite dinamizar o *site* e envolver o utilizador nos seus conteúdos (por ex., através da activação de uma animação, manipulação de uma simulação ou jogo, inserção de texto e escolha da opção correcta com verificação imediata do resultado). A secção “Águas Divertidas” do *site* da DAS/CMTN possui páginas com vários tipos de interacções.

### **3.7.5. Fiabilidade**

A característica “fiabilidade” está relacionada com o funcionamento do *site* sem falhas, em termos de navegação, erros de código nas páginas e barras de ferramentas do navegador visíveis. O *site* da DAS/CMTN foi elaborado tendo em conta estas subcaracterísticas e respectivos atributos, apesar de poderem existir erros nos *links* externos devido a alterações posteriores nos seus endereços (facto que acontece frequentemente). Para evitar estes erros, os *links* externos serão verificados regularmente.

### **3.7.6. Eficiência**

A característica “eficiência” está relacionada com o desempenho do *site*, em termos de rapidez, recursos, actualização, acessibilidade e adaptação.

A subcaracterística “rapidez” corresponde ao atributo tempo de abertura das páginas e dos respectivos ficheiros, o qual deve ser o menor possível. Para que isto aconteça, os ficheiros utilizados têm que possuir um tamanho adequado, pois quanto maior for o seu tamanho maior será o tempo de abertura. O *site* da DAS/CMTN foi concebido de modo a que a abertura da maioria das páginas não demore mais de 10 s, a uma velocidade de 6 Kbps. Os ficheiros utilizados no *site* têm os seguintes tamanhos:

- ◆ As imagens do modelo gráfico são inferiores a 5 KB, sendo na sua maioria ficheiros de 1 KB;
- ◆ As páginas são inferiores a 30 KB, sendo na sua maioria inferiores a 10 KB;

- ◆ As imagens e as miniaturas das fotografias, inseridas nas páginas, são na sua maioria inferiores a 10 KB;
- ◆ As fotografias abrem numa nova janela e são na sua maioria inferiores a 50 KB;
- ◆ Os restantes ficheiros abrem numa nova janela e são inferiores a 6,5 MB, sendo na sua maioria inferiores a 1 MB.

A subcaracterística “recursos” corresponde ao atributo quantidade e tipo de ficheiros utilizados, que no caso do *site* da DAS/CMTN, em Outubro de 2006, correspondiam a 1.121 ficheiros com um tamanho total de 76 MB (ver Tabela 3.7.6.1.).

**Tabela 3.7.6.1. Ficheiros utilizados como recursos no *site* da DAS/CMTN.**

<b>Tipo</b>	<b>Extensão</b>	<b>Quantidade</b>
<b>Imagens</b>	PNG, JPEG e GIF	688
<b>Documento HTML</b>	HTM	311
<b>Documento do programa Adobe Acrobat</b>	PDF	82
<b>Objecto do programa Macromedia Flash</b>	SWF	31
<b>Folha de cálculo do programa Microsoft Excel</b>	XLS	4
<b>Slide Show do programa Microsoft PowerPoint</b>	PPS	2
<b>Documento do programa Microsoft Word</b>	DOC	1
<b>Aplicação ou ficheiro executável</b>	EXE	1
<b>Som de formato MP3</b>	MP3	1
<b>TOTAL</b>		1.121

A subcaracterística “actualização” corresponde ao atributo frequência de publicação de ficheiros, importante para manter os conteúdos do *site* actualizados e para promover o interesse dos visitantes em consultar o *site* várias vezes. Está previsto que o *site* seja actualizado anualmente com novas informações referentes ao ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas. Uma actualização mais frequente poderá ocorrer relativamente aos “Destaques” da página inicial e aos conteúdos das secções “Águas em Portugal” e “Águas Divertidas”, sempre que o responsável pelo *site* tenha conhecimento de novos *sites*, ficheiros multimédia e materiais pedagógicos, relacionados com a água, tal como se pode ler nas páginas “O *Site*” e “Águas em Portugal”:

Pretende-se que o *site* se mantenha actualizado, que forneça cada vez mais conteúdos e que divulgue as actividades realizadas nas escolas, cujo tema central seja a água. Assim, agradecemos a contribuição de todos os munícipes e membros da comunidade escolar para o enriquecimento do site.

(...)

Pode contribuir para a actualização deste portal ["Águas em Portugal"] enviando o endereço de um *site* com conteúdos relevantes.

A subcaracterística "adaptação" corresponde a um conjunto de atributos que permitem o funcionamento do *site* noutros ambientes informáticos, sem um esforço suplementar por parte do utilizador:

- ◆ Resolução – Para poder ser visualizado sem dificuldade pelo maior número de utilizadores, incluindo os que utilizam uma resolução de 800 por 600 px, o *site* da DAS/CMTN foi concebido com uma largura de 767 px. Deste modo, pode ser visualizado sem necessidade de utilizar a barra de deslocamento horizontal do navegador. No entanto, para a resolução de 800 por 600 px, terá que ser utilizada a barra de deslocamento vertical do navegador. No caso de ser utilizada uma resolução de 1024 por 768 px ou superior, o *site* será visualizado no centro do ecrã sem necessidade de utilizar as barras de deslocamento do navegador;
- ◆ Navegador – Um problema detectado posteriormente, já que o *site* foi optimizado para o navegador Microsoft Internet Explorer 6.0+, é o facto do modelo gráfico utilizado não ser compatível com o navegador Firefox.



### 3.8. PUBLICAÇÃO E DIVULGAÇÃO DO *SITE* DA DAS/CMTN

O dia mundial da água, 22 de Março de 2006, foi escolhido para o lançamento na Internet do *site* oficial da DAS/CMTN, que ficou alojado no servidor do *site* da Câmara Municipal de Torres Novas, com o endereço [www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das). Este processo decorreu com o apoio do Departamento de Informática da Câmara Municipal de Torres Novas, que procedeu à criação do directório “/das” e ao fornecimento dos dados necessários para a publicação do *site* através do processo de FTP<sup>36</sup> (endereço do servidor FTP, nome e palavra-passe).

A divulgação do *site* foi realizada através de uma notícia (ver Anexo 5) enviada para os jornais regionais, editoras escolares, contactos pessoais de correio electrónico e várias entidades, das quais se destacam as que publicaram a notícia nos respectivos *sites*:

- ◆ Câmara Municipal de Torres Novas ([www.cm-torresnovas.pt](http://www.cm-torresnovas.pt));
- ◆ Escola Básica 2,3 Manuel de Figueiredo ([www.eb23-manuel-figueiredo.rcts.pt](http://www.eb23-manuel-figueiredo.rcts.pt));
- ◆ 2010 – Magazine de Ciência e Tecnologia (<http://2010.tugabuga.com>);
- ◆ Água em Revista ([www.aguaonline.co.pt](http://www.aguaonline.co.pt));
- ◆ Portal de ensino das ciências e de cultura científica “O Mocho” ([www.mocho.pt](http://www.mocho.pt));
- ◆ Projecto “w3 dos + novos”, do Secretariado Inter-Associações de Professores (<http://siap.no.sapo.pt/w3dosmaisnovos>).

No dia 28 de Março de 2006 realizou-se uma sessão de divulgação do *site* da DAS/CMTN na Escola Básica de Torres Novas, com a presença dos responsáveis pelo Sector de Águas e pelo Sector de Saneamento. Esta sessão de divulgação integrou-se nas actividades da Semana da Escola (ver Anexo 6) e teve como público-alvo os alunos das turmas do 8º ano de escolaridade (cerca de 75 alunos).

No dia 20 de Julho de 2006, realizou-se uma sessão de divulgação para professores, subordinada ao tema “O Ciclo Urbano da Água no Concelho de Torres Novas”, durante a qual se visitaram várias instalações da DAS/CMTN. Após a visita a estas instalações, os professores assistiram a uma breve apresentação do *site*, realizada na sala de TIC da Escola Básica, exploraram livremente os seus conteúdos e responderam a um questionário sobre a qualidade do *site* (ver Capítulo 3.5.3. e Anexo 7). Apesar desta sessão de divulgação ter sido anunciada nas reuniões de Departamentos e nas várias escolas do agrupamento, participaram apenas 4 professores (2 de CFQ e 2 de CN).

---

<sup>36</sup> File Transfer Protocol.



### **3.9. UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO *SITE* DA DAS/CMTN POR ALUNOS: REALIZAÇÃO DE PROJECTOS SOBRE O CICLO URBANO DA ÁGUA**

Após a construção e divulgação do *site* da DAS/CMTN, elaboraram-se projectos sobre o ciclo urbano da água, de modo a que o *site* pudesse ser utilizado e avaliado por alunos do 8º ano do ensino básico. Os projectos foram realizados no âmbito dos conteúdos do *site* e do tema “Sustentabilidade na Terra” das disciplinas de CN e de CFQ (ver Anexo 9).

#### **3.9.1 Metodologia de trabalho de projecto**

Recorreu-se à metodologia de trabalho de projecto porque os projectos são actividades colaborativas de aprendizagem e integradoras dos conhecimentos, que envolvem a resolução de problemas, a tomada de decisões e a utilização de materiais e recursos diversificados, nomeadamente as tecnologias da informação e comunicação. Deste modo, podem promover nos alunos o desenvolvimento das 10 competências gerais, contempladas no documento do currículo nacional do ensino básico (ME, 2001b):

1. Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano;
2. Usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar;
3. Usar correctamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio;
4. Usar línguas estrangeiras para comunicar adequadamente em situações do quotidiano e para apropriação de informação;
5. Adoptar metodologias personalizadas de trabalho e de aprendizagem adequadas a objectivos visados;
6. Pesquisar, seleccionar e organizar informação para a transformar em conhecimento mobilizável;
7. Adoptar estratégias adequadas à resolução de problemas e à tomada de decisões;
8. Realizar actividades de forma autónoma, responsável e criativa;
9. Cooperar com outros em tarefas e projectos comuns;
10. Relacionar harmoniosamente o corpo com o espaço, numa perspectiva pessoal e interpessoal promotora da saúde e da qualidade de vida.

Para além destas competências, que os alunos devem adquirir ao longo da educação básica, salientam-se as seguintes características da realização de projectos na escola (Costa, 1998; Leite, Malpique & Santos, 2001):

- ◆ A transmissão do conhecimento dá lugar à construção pessoal do saber e ao “aprender a aprender”, de uma forma interactiva, integrando a teoria com a prática e recorrendo a atitudes investigativas (como observar, questionar e reflectir sobre os dados colhidos);
- ◆ Criam-se hábitos de trabalho, aprende-se a planificar, a gerir o tempo e os imprevistos;
- ◆ Aprende-se a ter iniciativa, opiniões, a criticar e a estar atento ao que nos rodeia;
- ◆ O trabalho de campo inerente a esta metodologia alarga o espaço escolar, abrindo novos horizontes nos alunos (os projectos realizam-se dentro e fora da sala de aula);
- ◆ Desenvolvem-se actividades pouco utilizadas na maioria das disciplinas e que promovem o desenvolvimento da comunicação oral e escrita, como a pesquisa na Internet, a realização de entrevistas e questionários e a apresentação oral recorrendo às TIC;
- ◆ A variedade de tarefas e aptidões associadas ao trabalho de projecto tornam possível a cada aluno encontrar formas de participar e ser útil, sozinho ou em grupo;
- ◆ Os alunos têm possibilidade de corrigir e melhorar o seu trabalho;
- ◆ O professor adquire um papel mais democrático, funcionando como orientador, informando pontualmente sobre aspectos teóricos, práticos e técnicos, estando atento às necessidades e problemas dos alunos (no sentido de desbloquear tensões e pontos críticos surgidos durante o desenvolvimento do trabalho) e dinamizando possíveis trocas de informação intergrupos;
- ◆ A falta de autonomia em relação ao professor, a falta de hábitos de trabalho de grupo, a análise e a interpretação da informação, a distinção entre informação essencial e acessória e a comunicação, são dificuldades reveladas por muitos alunos durante a realização dos projectos, principalmente no início.

Apesar dos projectos serem uma actividade muito referida no currículo nacional do ensino básico (ME, 2001b) e nas orientações curriculares de Ciências Físicas e Naturais (ME, 2001a), ainda são pouco utilizados pelos professores, no âmbito das disciplinas e em ligação com a Área de Projecto e/ou de Estudo Acompanhado. Assim, para além da divulgação do ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas, o presente estudo também pretende contribuir para uma maior utilização da metodologia de trabalho de projecto na escola.

### 3.9.2. Descrição do processo de realização dos projectos

Os projectos sobre o ciclo urbano da água (ver Anexo 9) foram realizados durante o terceiro período escolar, pelos alunos de uma turma do 8º ano de escolaridade da Escola Básica de Torres Novas, no âmbito dos conteúdos das disciplinas de CFQ e CN. Participaram neste processo as professoras de CN e de CFQ, que também era professora de Área de Projecto, tendo disponibilizado a totalidade destas aulas (90 min. semanais) para o desenvolvimento dos projectos, com a aprovação do Conselho de Turma. As aulas de Área de Projecto decorreram na sala de TIC da Escola, onde existiam 13 computadores, o que facilitou a utilização do *site* por parte dos alunos.

O autor deste estudo orientou e avaliou os alunos nas várias etapas dos projectos, assumindo o papel de investigador e de professor da turma, juntamente com as professoras de CN e de CFQ (que também era professora de Área de Projecto). Os projectos desenvolveram-se em sete etapas (Leite, Malpique & Santos, 2001):

1. Identificação e descrição do campo de problemas – O professor apresentou aos alunos o problema inicial “Como é o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas?”, descrevendo-o através da apresentação do *site* da DAS/CMTN, de modo a motivar e sensibilizar os alunos para o referido problema. Idealmente, devem ser os alunos a definir o campo de problemas, após um trabalho de campo para levantamento de problemas relacionados com o meio onde vivem, ou após análise de um texto ou filme que estimulem o levantamento de questões. No presente estudo, isto não aconteceu devido à necessidade de se realizar projectos sobre o ciclo urbano da água, com um planeamento antecipado, e de se dispor apenas do terceiro período escolar para a realização dos projectos. O problema escolhido deve estar ligado aos interesses e à realidade dos alunos, da escola que frequentam e do concelho onde vivem. Além disso, deve estar adaptado às suas capacidades, ao tempo e aos recursos disponíveis, permitindo a interdisciplinaridade e uma integração dos conteúdos teóricos das disciplinas com a prática, de modo a que o aluno participe activamente no projecto;
2. Identificação dos temas/problemas parcelares – Através de uma reflexão entre os alunos e o professor, identificaram-se os temas/problemas parcelares (ver Anexo 9);
3. Formação dos grupos e escolha dos temas/problemas parcelares – Formaram-se 8 grupos de trabalho de 3 alunos, à sua escolha (excepto 3 grupos em que os alunos juntaram-se por iniciativa do professor, de acordo com o local de residência, para realizarem projectos sobre o ciclo urbano da água nesses locais). Esta etapa pode ocorrer logo no início, antes da identificação do campo de problemas;

4. Planificação das actividades – Cada grupo recebeu um guião com quatro objectivos (ver Anexo 9), de modo a servir de orientação para a realização do projecto. Sendo um guião, está sujeito a reformulações e os alunos podem colocar outros objectivos. O ideal é que sejam os alunos a estabelecer todos os objectivos. Cada aluno recebeu um “Plano Individual de Trabalho” (ver Anexo 10), para registar e planear as suas actividades, bem como para registar as competências específicas adquiridas no âmbito do tema “Sustentabilidade na Terra”, e um registo de “Avaliação do Projecto” (ver Anexo 11). Os critérios de avaliação dos projectos (ver Anexo 9) também foram explicitados aos alunos. Finalmente, marcou-se o prazo de entrega do produto final dos projectos (artigo e poster), que foi de um mês após o seu início;
5. Pesquisa, recolha e tratamento das informações – Os alunos recolheram os dados no *site* da DAS/CMTN, e noutras fontes de informação, durante 3 semanas (3 aulas de 90 min.). Para integrar os problemas no contexto e para enriquecer a pesquisa, os alunos poderão investigar no terreno (trabalho de campo), de modo a contactar com o meio envolvente e a se confrontarem com a realidade. Os dados recolhidos serviram para elaborar um artigo e um poster;
6. Apresentação – A apresentação oral à turma ocorreu depois do professor ter avaliado e devolvido o artigo e o poster a cada grupo. Assim, os alunos puderam preparar a sua apresentação, evitando os erros registados no produto final. Cada grupo apresentou o tema à turma durante cerca de 35 min, em dias marcados antecipadamente, recorrendo a um computador portátil e a um projector para utilizar o *site* da DAS/CMTN;
7. Avaliação – Os alunos realizaram uma auto e hetero-avaliação ao longo das várias etapas do projecto, preenchendo o “Plano Individual de Trabalho” (ver Anexo 10) e o registo de “Avaliação do Projecto” (ver Anexo 11). Estes documentos foram entregues depois da respectiva apresentação. O professor avaliou os projectos de acordo com os respectivos critérios de avaliação (ver Anexo 9), tendo em conta o trabalho realizado pelos alunos durante a pesquisa, produção do artigo e do poster e a apresentação, bem como as atitudes científicas e sociais. A avaliação das etapas anteriores à apresentação é muito importante para permitir que os alunos possam reformular o seu trabalho. Alguns grupos reformularam o produto final antes da apresentação, para tentar melhorar a sua avaliação. A avaliação global dos projectos foi realizada através de uma reflexão em grupo aberto, de modo a se ter uma visão de conjunto sobre o processo de trabalho, a produção de saber e os diferentes temas/problemas parcelares do problema em estudo.

De modo a avaliarem a qualidade do *site* da DAS/CMTN, os alunos responderam a um questionário (ver Capítulo 3.5.3. e Anexo 7) enquanto consultavam o *site*, durante a segunda aula de pesquisa para o projecto. Também se realizaram entrevistas a oito alunos da turma (ver Capítulo 3.5.2. e Anexo 14), para se recolher mais informações sobre a qualidade do *site*.

Finalmente, ofereceu-se um prémio ao melhor aluno (2 bilhetes para o Oceanário) e “O Livro da Água” da EPAL a todos os alunos, de modo a valorizar o seu empenho, a sensibilizá-los para a importância dos temas dos projectos e a promover a divulgação do ciclo urbano da água fora da sala de aula.

## **CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **4.1. ANÁLISE DO CICLO URBANO DA ÁGUA NO CONCELHO DE TORRES NOVAS**

Para se proceder à divulgação do ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas, construiu-se o *site* da DAS/CMTN (ver CD em anexo ou [www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das)), cujas secções “Abastecimento de Água” e “Águas Residuais” caracterizam pormenorizadamente os sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais, que servem os habitantes do concelho. Esta caracterização resultou da análise dos dados recolhidos na Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas e nas várias infra-estruturas que constituem os sistemas referidos. De seguida, apresenta-se um resumo dessa caracterização (para mais informações, pode-se consultar os Anexos 2 e 3).

A secção “Abastecimento de Água” contém informação sobre os sistemas de abastecimento de água, descrevendo o percurso da água para consumo humano, desde a sua origem até à rede de abastecimento. A secção “Águas Residuais” contém informação sobre os subsistemas de drenagem do concelho de Torres Novas, descrevendo o percurso das águas residuais, desde a rede de drenagem até ao local de descarga no meio ambiente. Estas secções incluem as características das infra-estruturas e equipamentos dos respectivos sistemas, fotografias, mapas, esquemas, localidades servidas (número de habitantes por localidade), quantidade de água consumida, entre outras informações.

As secções “Abastecimento de Água” e “Águas Residuais” não estão interligadas, de modo a se apresentar o ciclo urbano da água desde a sua origem até ao local de descarga, pois na mesma localidade podem existir vários percursos possíveis, de acordo com o local onde se localiza a habitação servida. No entanto, esta interligação pode ser realizada pelo utilizador do *site*, ao conhecer o percurso da água para consumo e das águas residuais, desde que identifique o local da sua habitação no sistema de abastecimento e no subsistema de drenagem que a servem (por exemplo, através das zonas abastecidas pelos reservatórios, dos esquemas e mapas). Além disso, a interligação referida poderá ser utilizada pelos professores como um problema que os alunos poderão resolver na forma de um projecto (ver Capítulo 3.9.).

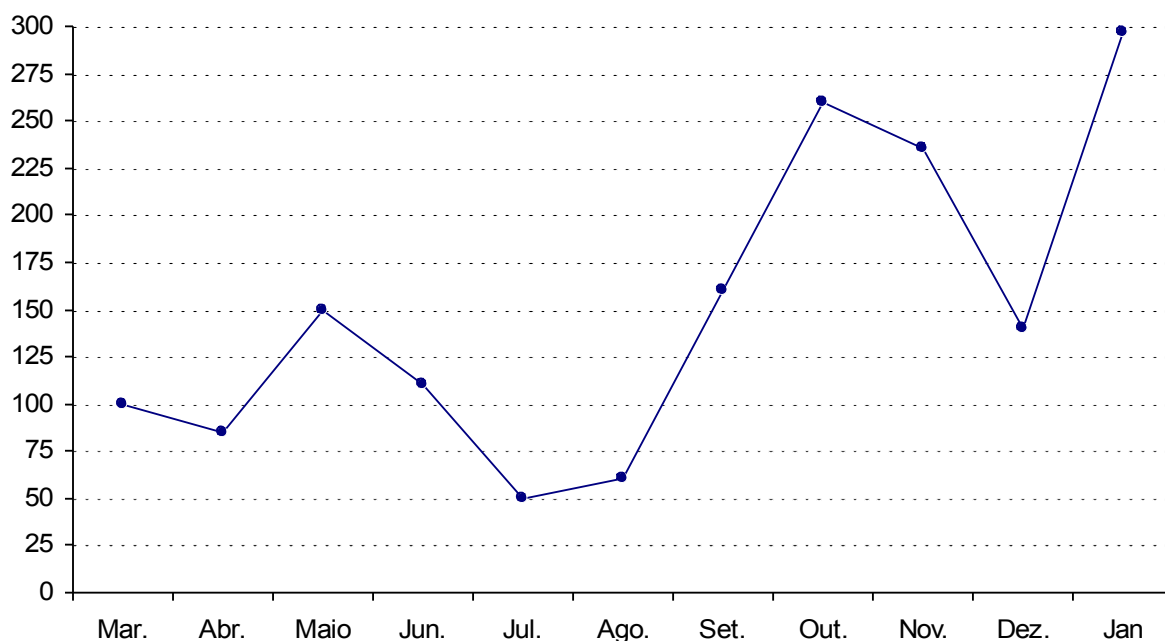
Em 2006, tendo como base os “Censos 2001” (INE, 2003), existiam 36.228 habitantes servidos pelos sistemas de abastecimento de água, o que correspondia a cerca de 98% da população do concelho de Torres Novas. Cerca de 2% da população (680 habitantes) não era abastecida por se encontrar em habitações isoladas.

Os sistemas de drenagem de águas residuais serviam 22.942 habitantes (62%) e, entre estes, 20.305 habitantes (55%) eram servidos com ETAR. A população que não era servida por uma ETAR descarregava as águas residuais em fossas sépticas, excepto em algumas zonas do concelho, nas quais residiam cerca de 6% da população (2.104 habitantes), onde as águas residuais eram recolhidas pelas redes de drenagem e descarregadas em ribeiras sem qualquer tipo de tratamento. Esta situação acontece quando a rede de drenagem não possui um emissário ligado a uma ETAR e porque as habitações deixam de estar ligadas a fossas sépticas quando se ligam à rede de drenagem. Em 2005, a quantidade de águas residuais tratadas nas ETAR foi cerca de 3.014.170 m<sup>3</sup> (94% das águas residuais produzidas). As águas residuais industriais foram totalmente tratadas numa ETAR, enquanto que este tipo de tratamento aconteceu com 85% das águas residuais domésticas.

## 4.2. ANÁLISE DAS ESTATÍSTICAS DO *SITE* DA DAS/CMTN

No dia 30 de Janeiro de 2007, dez meses após a publicação do *site* da DAS/CMTN, as suas estatísticas, fornecidas pelo Site Meter<sup>37</sup>, eram as seguintes:

- ◆ O total de visitas era igual a 1.704, o que correspondia a cerca de 6 visitas por dia. No mês de Janeiro, o número médio de visitas por dia foi cerca de 10;
- ◆ Foram visitadas 4.910 páginas, o que correspondia a cerca de 16 páginas por dia e a 3 páginas por visita;
- ◆ Os meses que registaram mais visitas foram Janeiro, com cerca de 300 visitas, e Novembro, com cerca de 235. Os meses com menos visitas foram Julho e Agosto, com cerca de 50 visitas (ver Figura 4.2.1.);
- ◆ Nas últimas cem visitas, os navegadores utilizados pelos utilizadores foram o Internet Explorer (93%) e o Firefox (7%);
- ◆ Nas últimas cem visitas, os utilizadores do *site* encontravam-se em vários países, salientando-se Portugal (85%), Brasil (8%), Alemanha (2%), EUA e França (1% cada).



**Figura 4.2.1. Variação do número de visitas ao *site* da DAS/CMTN, entre Março de 2006 e Janeiro de 2007.**

<sup>37</sup> <http://s24.sitemeter.com/stats.asp?site=s24ncmac>



Parte das visitas tinham origem no *site* do projecto “w3 dos + novos”, ao qual o *site* da DAS/CMTN ficou associado (ver Capítulo 3.7.2.). De facto, em Janeiro de 2007, ainda se encontrava na página inicial do *site* deste projecto, o seguinte texto:

Se és curioso e gostas de aprender navega nestas páginas! Para começar: Queres saber o que são águas residuais? E o que é uma captação? E uma ETA? Na página dos + novos da Divisão de Águas e Saneamento do Município de Torres Novas podes saber isto tudo. Se clicares em "Águas divertidas" vais aprender muito sobre a água.

No mesmo dia, referido anteriormente, uma pesquisa realizada através da expressão “ciclo urbano da água”, permitiu detectar a presença do *site* da DAS/CMTN na primeira página dos principais motores de busca, tendo-se obtido os seguintes resultados:

- ◆ Google<sup>38</sup> (páginas escritas em português) – 557 resultados e 3º lugar para o *site*;
- ◆ Google (páginas de Portugal) – 290 resultados e 2º lugar para o *site*;
- ◆ Yahoo!<sup>39</sup> – 196 resultados e 9º lugar para o *site*;
- ◆ Altavista<sup>40</sup> – 193 resultados e 5º lugar para o *site*;
- ◆ SAPO (páginas em língua portuguesa) – 480 resultados e 3º lugar para o *site*;
- ◆ SAPO<sup>41</sup> (páginas de Portugal) – 206 resultados e 3º lugar para o *site*.

---

<sup>38</sup> <http://www.google.pt>

<sup>39</sup> <http://br.yahoo.com>

<sup>40</sup> <http://br.altavista.com>

<sup>41</sup> <http://pesquisa.sapo.pt>

### 4.3. ANÁLISE DO “QUESTIONÁRIO SOBRE A QUALIDADE DO SITE”

De modo a se recolher informações sobre a qualidade do *site* da DAS/CMTN, os 23 alunos da turma estudada e os 4 professores (2 de CFQ e 2 de CN) que participaram na sessão de divulgação para professores, responderam ao “Questionário Sobre a Qualidade do Site” (ver Capítulo 3.5.3. e Anexo 7). A primeira parte deste questionário era constituída por 41 perguntas fechadas, correspondentes a atributos do *site* relacionados com as características “usabilidade e “informação” (ver Capítulo 3.7.). As perguntas foram formuladas de modo a não suscitarem dúvidas no preenchimento do questionário.

As questões correspondentes aos atributos relacionados com a característica “usabilidade” eram as seguintes:

1. O aspecto gráfico é atractivo?
2. O aspecto gráfico é simples?
3. O aspecto gráfico é original?
4. As cores utilizadas são adequadas?
5. As posições dos menus de navegação são adequadas?
6. Os links internos estão bem organizados?
7. Os links internos de navegação são suficientes?
8. A navegação é simples?
9. Nunca apresenta falhas de navegação?
10. A cor do texto permite uma leitura fácil, contrastando com o fundo?
11. O tamanho das letras é adequado?
12. O espaçamento entre linhas é adequado?
13. Os títulos e cabeçalhos explicitam claramente o conteúdo?
14. As zonas de página estão bem visíveis?
15. O número de páginas é adequado?
16. A localização das áreas temáticas do site é memorizada facilmente?
17. O tempo de carregamento das páginas é rápido?
18. O carregamento de gráficos e imagens é rápido?

As questões correspondentes aos atributos relacionados com a característica “informação” (conteúdos) eram as seguintes:

1. Possuem originalidade?
2. São interactivos?
3. Promovem no utilizador a vontade de visitar novamente o site?

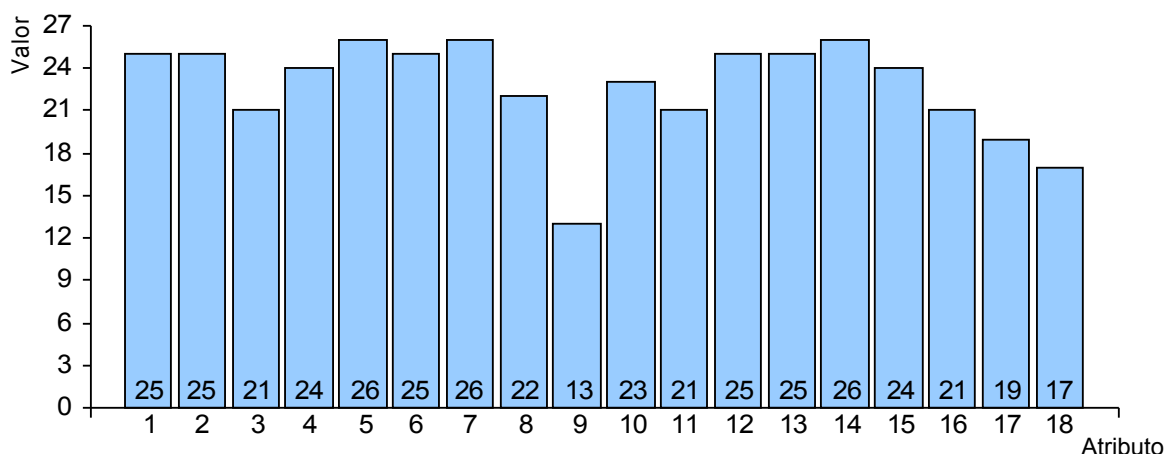
4. Têm qualidade e são úteis?
5. Estão bem agrupados em temas?
6. A quantidade é adequada?
7. O uso de meios multimédia reforça a compreensão dos textos?
8. Os textos estão bem construídos?
9. A linguagem utilizada é adequada?
10. Descrevem claramente os serviços da DAS/CMTN?
11. Permitem adquirir noções sobre o ciclo urbano da água?
12. Permitem adquirir noções sobre o tratamento de águas de abastecimento?
13. Permitem adquirir noções sobre o tratamento de águas residuais?
14. Permitem adquirir noções sobre o controlo de qualidade da água?
15. Permitem adquirir noções sobre a importância da água e o seu uso?
16. Permitem adquirir noções relacionadas com os conteúdos das disciplinas de CN e CFQ?
17. Permitem adquirir noções relacionadas com os conteúdos de outras disciplinas ou áreas disciplinares?
18. Permitem a realização de trabalhos para as disciplinas de CN e CFQ?
19. Permitem a realização de trabalhos para outras disciplinas?
20. São uma boa ferramenta de trabalho escolar para alunos?
21. São uma boa ferramenta de trabalho escolar para professores?
22. São importantes para a população em geral do concelho?
23. São importantes para a população em geral doutros concelhos?

Considerando que cada questão podia ter como resposta “sim” ou “não”, atribuiu-se uma valorização positiva, supostamente relacionada com a qualidade do *site*, no caso da resposta ser afirmativa (sim = 1). Deste modo, cada atributo podia ter o valor 1 ou 0, consoante a resposta fosse afirmativa ou negativa, respectivamente. Os valores das características foram obtidos somando os valores dos respectivos atributos, tendo em conta que as questões tinham todas o mesmo peso relativo (Simões & Carvalho, 2004).

O valor máximo de cada atributo era de 27 valores, já que responderam ao questionário 23 alunos e 4 professores (27 pessoas a responder “sim” ao mesmo atributo). Os valores máximos das características “usabilidade” e “informação” eram de 18 valores (18 atributos com resposta “sim”) e de 23 valores (23 atributos com resposta “sim”), respectivamente.

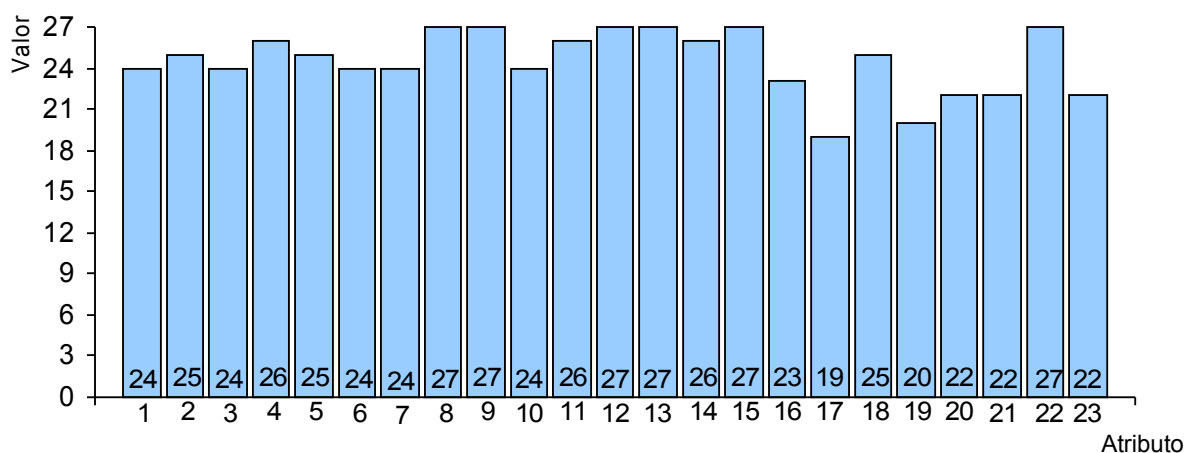
A análise do questionário sobre a qualidade do *site* da DAS/CMTN revelou que:

- Os valores da “usabilidade” variaram entre 9 e 18, tendo como valor médio 16;
- 8 atributos da “usabilidade” (44%) obtiveram menos de 24 valores (ver Figura 4.3.1.);
- Os dois atributos que obtiveram valores mais baixos foram “nunca apresenta falhas de navegação”, com 13 valores, e “o carregamento de gráficos e imagens é rápido”, com 17 valores;
- Os valores da “informação” variaram entre 17 e 23, tendo como valor médio 22;
- 6 atributos da “informação” (26%) obtiveram menos de 24 valores (ver Figura 4.3.2.);
- Os dois atributos que obtiveram valores mais baixos foram “permitem adquirir noções relacionadas com os conteúdos de outras disciplinas ou áreas disciplinares”, com 19 valores, e “permitem a realização de trabalhos para outras disciplinas”, com 20 valores.



**Figura 4.3.1. Valores dos atributos relacionados com a característica “usabilidade”.**

Notas: O valor de cada atributo encontra-se registado na base da respectiva coluna.  
Os atributos encontram-se numerados de acordo com a ordem da questão no questionário.



**Figura 4.3.2. Valores dos atributos relacionados com a característica “informação”.**

Notas: O valor de cada atributo encontra-se registado na base da respectiva coluna.  
Os atributos encontram-se numerados de acordo com a ordem da questão no questionário.

A segunda parte do “Questionário Sobre a Qualidade do *Site*” era constituída por 9 perguntas abertas (ver Capítulo 3.5.3. e Anexo 7). Destas perguntas, salienta-se o tema com mais tempo de consulta, que foi as “Águas Divertidas” (18 pessoas), e o que os utilizadores gostaram mais no *site*: os jogos (10 pessoas), o estilo gráfico (4 pessoas), as “Águas Divertidas” (4 pessoas), os conteúdos e as fotografias interessantes e divertidas (4 pessoas), as informações sobre o ciclo urbano da água (3 pessoas), as imagens (2 pessoas), animações (2 pessoas) e a organização dos conteúdos (2 pessoas).

Relativamente ao que gostaram menos, salienta-se o tempo de abertura de algumas páginas, o tamanho da letra, as cores e a navegação ser por vezes confusa devido a haver muita informação. A maioria (23 pessoas) referiu que o que gostaram menos foi “nada” ou simplesmente não responderam.

#### 4.4. ANÁLISE DO “QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO” E DO “QUESTIONÁRIO FINAL”

De modo a se recolher informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao ciclo urbano da água, sobre os seus hábitos de utilização do computador e da Internet em casa e na Escola, bem como sobre a sua opinião em relação à realização de projectos, os alunos responderam ao “Questionário Diagnóstico” no início dos projectos (ver Capítulo 3.5.3. e Anexo 12).

Para se identificar os conhecimentos sobre o ciclo urbano da água, adquiridos pelos alunos ao longo da realização dos projectos, os alunos responderam ao “Questionário Final” no fim dos projectos (ver Capítulo 3.5.3. e Anexo 13). Responderam a estes questionários 23 alunos.

No “Questionário Diagnóstico” e relativamente à utilização do computador e da Internet:

- ◆ Apenas 2 alunos não tinham computador em casa;
- ◆ Cerca de metade dos alunos (12) tinham Internet em casa;
- ◆ Apenas 2 alunos afirmaram ter dificuldade em utilizar a Internet;
- ◆ Todos os alunos utilizavam a Internet na Escola;
- ◆ Todos os alunos, excepto um, afirmaram que recolhiam informações na Internet para estudar ou realizar trabalhos;
- ◆ Todos os alunos, excepto um, afirmaram ser útil a existência de um *site* com informações sobre o ciclo urbano da água, no concelho de Torres Novas, e com materiais pedagógicos sobre o tema;
- ◆ Os *sites* que gostavam mais eram os que possuem jogos (8 alunos), os que são divertidos, com informações e imagens úteis, sobre programação, ciência, música e actividades radicais, o Google e o Sapo.

No “Questionário Diagnóstico” e relativamente à realização de projectos:

- ◆ Os alunos afirmaram que, para além de CFQ, CN e Área de Projecto, não realizaram projectos noutras disciplinas;
- ◆ 18 alunos afirmaram que os projectos deviam ser realizados porque ajudam a “saber mais” (6 alunos), são “interessantes” (4 alunos), ajudam “a trabalhar em equipa” (3 alunos), a “subir a nota”, a “perceber a matéria”, a “cumprir prazos”, a “desenvolver as capacidades” e a “aumentar a cultura”, são uma “forma de sensibilizar as pessoas” e “enquanto se trabalha aprende-se”. Apenas 5 alunos afirmaram que os projectos não deviam ser realizados, justificando que “dá muito trabalho” e que “deviam ser individuais”;
- ◆ Cerca de metade dos alunos (12) responderam que os projectos deviam valer muito para a nota da disciplina;

- ◆ Os outros tipos de projectos/actividades que gostavam de realizar eram experiências (8 alunos), debates, visitas de estudo e jogos.

Sobre a definição de ciclo urbano da água, apenas 5 alunos responderam no “Questionário Diagnóstico”, 3 de modo correcto e 2 de modo incompleto. No “Questionário Final”, 15 alunos responderam, 5 de modo correcto e 10 de modo incompleto. Melhoraram a resposta 11 alunos. De salientar 3 alunos que referiram equipamentos, como reservatórios e estações elevatórias.

No “Questionário Diagnóstico”, 8 alunos afirmaram que ouviram ou leram pela primeira vez alguma informação sobre este tema durante a Semana da Escola “na palestra do professor Nelson Correia”. Os restantes responderam que não sabiam.

Sobre a importância do ciclo urbano da água para as disciplinas de CN e CFQ, 21 alunos afirmaram no “Questionário Diagnóstico” que é importante, apresentando as seguintes justificações: “para saber mais”, “porque está relacionado com as disciplinas”, “para preparar os alunos para gerirem bem a água que usam”, “porque é um tema que afecta todos no dia-a-dia”, “porque existe falta de água” e “para poupar água”. Apenas 2 alunos afirmaram que não é importante porque já estavam sensibilizados para o tema.

Relativamente à origem e tratamento da água que bebem em casa, 20 alunos não responderam correctamente no “Questionário Diagnóstico” (apenas 3 referiram que a água é tratada numa ETA), contra 8 alunos no “Questionário Final”. Melhoraram a resposta 12 alunos. De salientar 3 alunos que afirmaram que a água tem origem em furos, sendo tratada num posto de cloragem com cloro ou hipoclorito de sódio, e 6 alunos que referiram que a água tem origem num rio, sendo tratada numa ETA. Ainda neste âmbito, no “Questionário Final”, 8 alunos afirmaram não saber qual é a importância da EPAL para o concelho de Torres Novas e o nome/função da respectiva ETA. Entre os 15 alunos que responderam que a EPAL fornece água, 10 referiram que a ETA serve para tratar a água e 5 referiram que este tratamento é efectuado na ETA da Asseiceira. Relativamente ao número de alunos que referiu no “Questionário Diagnóstico” que a água é tratada numa ETA, melhoraram a resposta 7 alunos.

No “Questionário Diagnóstico”, 22 alunos responderam que não sabiam como se realiza o controlo de qualidade da água para consumo humano (apenas um referiu que a água é “controlada com aparelhos”), contra 14 alunos no “Questionário Final”. Melhoraram a resposta 9 alunos, os quais responderam que o controlo é realizado através de “análises laboratoriais”, “análises físico-químicas”, “produtos químicos”, “recolhendo e medindo a quantidade

de certas substâncias”, “esterilizando as torneiras”, “utilizando indicadores que mudam de cor na água”, e “utilizando uma máquina para medir o pH”.

Sobre o tratamento das águas residuais, 11 alunos responderam no “Questionário Diagnóstico” que não sabiam para onde vão as águas residuais (8 referiram que vão para a ETAR e 2 para uma fossa), contra 8 alunos no “Questionário Final” (13 referiram que vão para a ETAR e 2 para uma fossa séptica). Melhoraram a resposta 5 alunos. No “Questionário Diagnóstico”, nenhum aluno referiu como são tratadas as águas residuais, contra 9 alunos que melhoraram a resposta no “Questionário Final”, referindo que o excesso de matéria orgânica dissolvida na água é removido através de bactérias anaeróbias e aeróbias.

Em relação ao número e localização das ETAR do concelho de Torres Novas, 22 alunos não responderam no “Questionário Diagnóstico” (um aluno referiu a ETAR de Torres Novas), contra 15 alunos no “Questionário Final”. Melhoraram a resposta 7 alunos, salientando-se 4, que referiram que são 6 ETAR de lagunagem e de lamas activadas, e 2 alunos que localizaram as várias ETAR.

Relativamente à poupança de água em casa e na Escola, 5 alunos referiram no “Questionário Diagnóstico” que só se preocupam às vezes e 2 referiram que não se preocupam. No “Questionário Final”, apenas 2 alunos referiram que não fazem nada para poupar água. Os restantes alunos referiram que fecham as torneiras (18 alunos), tomam um banho rápido, não enchem a banheira para tomar banho, lavam os dentes com um copo, regam as plantas nas horas de menos calor ou à noite, utilizam a água do banho para regar e para a sanita, aproveitam a água da chuva, ligam as máquinas de lavar com a carga máxima e colocam uma garrafa no autoclismo.



## 4.5. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

As entrevistas realizadas a 8 alunos (ver Capítulo 3.5.2. e Anexo 14) permitiram recolher informações sobre o *site* da DAS/CMTN e a realização do projecto que estavam a desenvolver.

Relativamente à utilidade do *site* para a realização dos projectos, todos os alunos responderam que ele era útil, porque “tinha todas as informações precisas” sobre os vários temas. Um aluno referiu que “sem o *site* não sabia onde ia buscar a informação necessária”.

Sobre a informação pesquisada no *site*, os alunos responderam que retiraram informações sobre os sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais, a qualidade da água, os ciclos natural e urbano da água, a história da água e sobre como poupar água (incluindo fotos, plantas, mapas, imagens, animações e jogos).

Relativamente às dificuldades em encontrar e utilizar as informações, apenas um aluno respondeu que teve algumas dificuldades pois “não sabia muito bem onde carregar”, mas depois pediu ajuda aos colegas e conseguiu aprender. Os restantes alunos não tiveram dificuldades, apesar de, por vezes, demorarem um pouco a encontrar as informações importantes. Um aluno referiu que, no início, teve algumas dificuldades pois “não sabia que os destaques do *site* mudavam de página para página e que continham informações importantes, que não se encontravam noutro local”. Outro aluno referiu que o *site* “não tem uma descrição do circuito da água só numa página e temos de clicar em muitos sítios para obter essa informação”.

Em relação ao que gostaram mais no *site* da DAS/CMTN, os alunos responderam que foi o estilo gráfico, as fotos, imagens e animações, o “texto a negrito que ajuda a encontrar mais facilmente as informações importantes”, os jogos, a descrição de como funciona uma ETAR, os conteúdos sobre o ciclo da água no concelho, os *links* para outros sites, a secção “Águas Divertidas” para crianças/jovens e a história da água. Um aluno referiu que “já visitei outros *sites* com jogos educativos sobre o ciclo urbano da água, mas acho que não são tão bons”.

Sobre a construção do *site*, os alunos responderam que era uma boa ideia, porque não existia “mais nada com este tipo de informação” que, devido à sua importância, devia estar acessível para todas as pessoas saberem “como funcionam as coisas no concelho de Torres Novas” e “o percurso da água nas suas terras”, sendo também útil para as pessoas de outros concelhos que não têm acesso a este tipo de informação. Também responderam que o *site* era “bom para se pesquisar sobre o tema da água” e que “apesar de haver muitos *sites* sobre este tema, este [o *site* da DAS/CMTN] é dos melhores” por ser “muito giro” e ter “muitos jogos”.

O tema escolhido para o projecto de cada grupo foi considerado um pouco difícil para um aluno, pois tinha de “procurar muita coisa e clicar em muitos sítios”. Todos gostaram e acharam interessante porque ficaram “a saber como funciona o ciclo urbano da água” e por ser “um trabalho sobre o percurso da água na minha região”. Um aluno respondeu que “podia ser melhor pois o tema foi escolhido no fim, quando já não havia mais nada para escolher”. Outro aluno afirmou que “preferia um tema mais geral sobre ETA em vez da ETA da Asseiceira, pois encontrava-se mais informação”.

Todos os alunos responderam que os temas eram importantes para a sociedade e o ambiente, pois com a sua divulgação “vamos ajudar a população do concelho de Torres Novas a conhecer o ciclo urbano da água na sua região” e a “saberem que, apesar das águas serem tratadas nas ETAR, não se deve mandar lixo e óleos para dentro de água, para facilitar o seu tratamento e para proteger o ambiente”. Além disso, referiram que os temas eram importantes para as pessoas “saberem o que fazer para poupar água” e porque o controlo da qualidade da água permite “evitar doenças e verificar se a água está poluída”.

Relativamente ao funcionamento do grupo, os alunos responderam que o trabalho estava a correr bem, já que “não houve problemas”, “todos trabalham”, apesar de “uns mais do que outros”, e “todos se ajudam”.

Sobre a importância do trabalho de projecto, 6 alunos responderam que concordavam com a sua realização, pois “não é preciso decorar muitas coisas”, ajuda a “melhorar a nota da disciplina”, a “aprender mais sobre o tema”, a “saber fazer e apresentar trabalhos”, a “melhorar a capacidade de pesquisa” e porque a apresentação do trabalho à turma é importante “para sabermos melhor a matéria, ensinar os colegas e para melhorar a capacidade de falar em frente de muitas pessoas”. Estes alunos, excepto um, referiram que estavam de acordo com a existência de vários parâmetros de avaliação nas várias etapas dos projectos. O aluno que respondeu não gostar da avaliação justificou que esta era “muito específica porque tenho de seguir os critérios e preocupar-me com todos os parâmetros”. Os 2 alunos que responderam que não concordavam com a realização de projectos justificaram que “dá mais trabalho e ocupa mais tempo” e porque é “difícil tirar uma boa nota”, pelo que não os ajudava a melhorar a nota da disciplina. Estes alunos referiram que gostavam mais “dos testes e da oralidade nas aulas”.

#### 4.6. ANÁLISE DA AVALIAÇÃO DOS PROJECTOS

Os projectos foram avaliados tendo em conta o trabalho realizado pelos alunos durante a pesquisa, a produção do artigo e do poster e a apresentação à turma, bem como tendo em conta as suas atitudes sociais e científicas (ver Anexo 9). A cada um destes parâmetros foi atribuída uma nota entre 0 e 5, de modo a se calcular a nota final do projecto através da média aritmética das notas dos parâmetros referidos (ver Anexo 15). Esta nota contou com um peso de 25% para a nota final do período das disciplinas de CN e de CFQ.

Em termos médios, as notas inferiores a 3 verificaram-se nas atitudes científicas (2,4), pesquisa (2,6), apresentação (2,8) e poster (2,9). As notas superiores a 3 verificaram-se no artigo (3,1) e nas atitudes sociais (3,7). A nota máxima foi obtida por apenas 2 alunos, na pesquisa, e 5 alunos, nas atitudes sociais. O número de alunos que obtiveram uma nota inferior a 3 foi o seguinte: 14 na pesquisa, 9 no artigo, 12 no poster, 12 na apresentação, 17 nas atitudes científicas e 4 nas atitudes sociais.

De salientar que, durante a apresentação do projecto à turma, os alunos utilizaram o *síte* da DAS/CMTN, tendo obtido todos uma avaliação positiva neste subparâmetro: 10 alunos obtiveram a nota máxima (1) e 0,8 foi a nota média.

O “Plano Individual de Trabalho” (ver Anexo 10) e o registo de “Avaliação do Projecto” (ver Anexo 11) foram dois subparâmetros avaliados no âmbito das “atitudes científicas: reflexão crítica”. Estes documentos são importantes para promoverem a planificação e avaliação das várias etapas do projecto, bem como a reflexão crítica e o registo das opiniões pessoais sobre o tema e o trabalho de projecto. Apenas 11 alunos devolveram estes documentos preenchidos.

Relativamente ao “Plano Individual de Trabalho”, os alunos registaram os temas que pesquisaram e as informações que retiraram da Internet. Além disso, referiram que seleccionaram e organizaram a informação, elaboraram resumos, o artigo e o poster e que apresentaram o projecto à turma.

Em relação ao registo de “Avaliação do Projecto”, salientam-se as seguintes afirmações dos alunos: “aprendi novas coisas sobre a água”, “aprendi coisas interessantes sobre a zona onde vivo”, “aprendi o que são ETA e ETAR”, “aprendi como é o ciclo da água”, “aprendi quais são os sistemas de abastecimento do concelho de Torres Novas e os respectivos reservatórios”, “aprendi onde a água é tratada e armazenada”, “aprendi qual é o processo de tratamento da água da EPAL”, “aprendi qual é o percurso que a água efectua desde a sua captação até à devolução ao meio ambiente” e “aprendi que se a água for utilizada com moderação e se a

tratarmos não se esgotará tão depressa”. Referiram também as seguintes dificuldades: “algumas dificuldades a trabalhar com o computador”, “havia muita informação”, “pouca informação fora do *site*”, “alguma dificuldade no início para recolher toda a informação”, “alguma dificuldade para encontrar imagens adequadas” e “a princípio o tema do trabalho não me interessou muito, mas depois gostei”.

## **CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES**

As questões do presente estudo foram abordadas através de um conjunto de actividades, que permitiram atingir os seguintes objectivos:

- ◆ Divulgar o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas através da Internet;
- ◆ Divulgar e construir recursos educativos sobre o ciclo urbano da água, para alunos e professores;
- ◆ Promover o uso da Internet na escola como um recurso pedagógico regular, em espaços lectivos e com orientação do professor;
- ◆ Promover a introdução do ciclo urbano da água no ensino das ciências, no âmbito das orientações curriculares para a área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais do 3º ciclo;
- ◆ Contribuir para a utilização do trabalho de projecto por parte dos professores;
- ◆ Contribuir para o trabalho colaborativo entre professores, através do desenvolvimento de projectos comuns às disciplinas de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas;
- ◆ Compreender a importância da Internet e do trabalho de projecto, no âmbito das actividades disciplinares, para o desenvolvimento de competências em alunos do 8º ano.

### **5.1. QUESTÕES DO ESTUDO E RESPECTIVAS CONCLUSÕES**

De seguida, apresentam-se as questões do presente estudo, juntamente com as actividades realizadas, os resultados obtidos e as respectivas conclusões.

#### **5.1.1. Como é o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas?**

Para se responder a esta questão, caracterizou-se o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas, nomeadamente os sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais (ver Capítulo 3.6.). O resultado deste processo de caracterização encontra-se nos Anexos 2 e 3, e nas secções “Abastecimento de Água” e “Águas Residuais” do *site* da DAS/CMTN (ver CD em anexo ou [www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das)).

No concelho de Torres Novas, em 2006, cerca de 98% da população do concelho de Torres Novas era servida pelos sistemas de abastecimento de água e cerca de 62% da população era servida pelos sistemas de saneamento de águas residuais. A nível nacional, em 2003, estes valores eram de 92% e 74%, respectivamente (ver Capítulo 2.4.). O número de pessoas servidas com ETAR era ainda menor: cerca de 55% no concelho de Torres Novas, em 2006, contra cerca de 61% a nível nacional, em 2003.

Assim, apesar de praticamente toda a população do concelho de Torres Novas ter acesso a água potável, cerca de 16.609 pessoas (45%) ainda não tinham acesso a saneamento de águas residuais com ETAR. Enquanto que o abastecimento de água no concelho de Torres Novas contribuía para se atingir o respectivo objectivo do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2000-2006 (MAOT, 2000), o mesmo não acontecia com o saneamento de águas residuais (o País deveria atingir em 2006 os 95% da população servida por sistemas de abastecimento de água e os 90% da população servida por sistemas de saneamento de águas residuais). Tal como acontecia a nível nacional e mundial, em 2006, o saneamento de águas residuais no concelho de Torres Novas ainda apresentava muitas deficiências, necessitando de grandes investimentos para se tornar um serviço útil para todas as pessoas.

#### **5.1.2. Como divulgar o ciclo urbano da água ao maior número de pessoas possível, de uma forma atractiva e educativa?**

De modo a divulgar o ciclo urbano da água ao maior número de pessoas possível, principalmente a professores e alunos, construiu-se o *site* da DAS/CMTN (ver Capítulo 3.7.), com a caracterização do ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas e com recursos educativos atractivos, recolhidos em *sites* portugueses. Depois, procedeu-se à publicação do *site* na Internet e à sua divulgação através de vários meios (ver Capítulo 3.8.)

A divulgação do ciclo urbano da água, através do *site* da DAS/CMTN, foi avaliada recorrendo às suas estatísticas (ver Capítulo 4.2.). Em Janeiro de 2007, estas estatísticas revelaram que o *site* foi visitado cerca de 6 vezes por dia, com um número inferior de visitas durante os meses das férias escolares (Julho e Agosto) e durante o último mês do terceiro e do primeiro período escolar (Junho e Dezembro, respectivamente). Verificou-se um aumento significativo do número de visitas no mês de Maio, por ter sido quando os alunos utilizaram o *site* para a realização dos projectos sobre o ciclo urbano da água, e nos meses de Setembro, Outubro e Janeiro, quando se iniciou o primeiro e o segundo período do ano lectivo de 2006-2007. A maioria dos visitantes era de Portugal (85%) e do Brasil (8%). Estes dados mostram que o *site* deve ter sido utilizado principalmente por alunos e professores portugueses.

Os principais motores de busca (Google, Yahoo!, Altavista e SAPO) detectaram o *site* da DAS/CMTN na primeira página, quando se efectuou uma pesquisa através da expressão “ciclo urbano da água”, o que poderá contribuir para o aumento do número de visitas e para a divulgação dos conteúdos do *site*. Apesar do modelo gráfico do *site* não ser compatível com o navegador Firefox, mais de 90% dos utilizadores, que utilizavam o Internet Explorer, não eram afectados.

A análise dos resultados do “Questionário Sobre a Qualidade do *Site*” (ver Capítulo 4.3.) revelou que as características “usabilidade” e “informação” atingiram valores médios elevados (16, num máximo de 18, e 22, num máximo de 23, respectivamente), pelo que quase todos os atributos destas características obtiveram uma resposta positiva, reveladora da qualidade do *site* e da sua aceitação por parte dos utilizadores.

Os atributos da “usabilidade” que obtiveram mais respostas negativas foram “nunca apresenta falhas de navegação” (14 respostas negativas), “o carregamento de gráficos e imagens é rápido” (10 respostas negativas). Estes atributos são difíceis de se manterem a 100% pois dependem das alterações dos endereços dos *sites* externos (no primeiro caso) e das características do computador e da Internet (no segundo caso).

Os atributos da “informação” que obtiveram mais respostas negativas foram “permitem adquirir noções relacionadas com os conteúdos de outras disciplinas ou áreas disciplinares” (8 respostas negativas) e “permitem a realização de trabalhos para outras disciplinas” (7 respostas negativas). Estes dois atributos estão directamente relacionados e dependem muito da noção que o utilizador do *site* tem sobre os conteúdos das outras disciplinas, ou áreas disciplinares, e sobre o processo de interdisciplinaridade.

O *site* da DAS/CMTN foi muito apreciado pelos alunos e professores que participaram neste estudo, quer pelo modo como foi construído, quer pelos seus conteúdos didácticos e atractivos, o que foi confirmado por outras pessoas.

### **5.1.3. Como é que os alunos do 3<sup>a</sup> ciclo do ensino básico reagem à consulta de informação sobre o ciclo urbano da água na Internet?**

A análise dos resultados, obtidos através da realização do “Questionário Diagnóstico” e do “Questionário Final” (ver Capítulo 4.4.), permitiu concluir que todos os alunos, de uma turma do 8º ano de escolaridade, utilizavam a Internet na Escola e/ou em casa, e quase todos sem dificuldade, para estudar ou realizar trabalhos. Quase todos os alunos afirmaram ser útil a existência de um *site* com informações sobre o ciclo urbano da água e com materiais pedagógicos sobre o tema, importantes para as disciplinas de Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas.

A importância dos conteúdos do *site* foi confirmada pela análise dos resultados das entrevistas (ver Capítulo 4.5.), já que os alunos responderam que foi uma boa ideia construir o *site*, porque não existia “mais nada com este tipo de informação”, no concelho de Torres Novas, e porque era “bom para se pesquisar sobre o tema da água”. Além disso, referiram que foi muito útil para a realização dos projectos, porque tinha todas as informações precisas sobre

os vários temas, incluindo mapas, plantas, fotos, imagens, animações e jogos. Quase todos os alunos não tiveram dificuldades em encontrar e utilizar as informações importantes, apesar de, por vezes, demorarem um pouco a encontrá-las.

Em relação ao que gostaram mais, os alunos responderam que foi o estilo gráfico do *site*, as fotos, imagens e animações, o texto a negrito que ajudava a encontrar mais facilmente as informações importantes, os jogos, a descrição de como funciona uma ETAR, os conteúdos sobre o ciclo da água no concelho, os *links* para outros *sites* e a secção “Águas Divertidas”. Um aluno referiu que já tinha visitado outros *sites* com jogos educativos sobre o ciclo urbano da água, mas achava que não eram tão bons como o *site* da DAS/CMTN. Estes dados também foram verificados no “Questionário Sobre a Qualidade do *Site*”. Assim, pode-se concluir que a secção “Águas Divertidas”, com conteúdos mais dinâmicos e interactivos (animações e jogos), foi a que os utilizadores gostaram mais e que teve mais tempo de consulta, pelo que foi uma boa opção a sua introdução no *site*.

#### **5.1.4. Como aplicar o ciclo urbano da água aos conteúdos do ensino básico?**

No âmbito desta questão, realizaram-se projectos de Ciências Físico-Químicas e de Ciências Naturais (ver Capítulo 3.9.), recorrendo à utilização do *site*, para os alunos do 3º ciclo adquirirem conhecimentos relacionados com o ciclo urbano da água e com o tema “Sustentabilidade na Terra”, e desenvolverem outras competências no âmbito do trabalho de projecto.

A análise dos resultados do “Questionário Diagnóstico” (ver Capítulo 4.4.) mostra que a maioria dos alunos afirmou que os projectos deviam ser realizados, apesar de serem poucas as disciplinas que o fazem, salientando-se as seguintes razões: ajudam a “saber mais”, “a trabalhar em equipa”, a “perceber a matéria”, a “cumprir prazos”, a “desenvolver as capacidades” e a “aumentar a cultura”. A importância do trabalho de projecto foi confirmada pela análise dos resultados das entrevistas (ver Capítulo 4.5.), já que a maioria dos alunos entrevistados respondeu que concordavam com a realização dos projectos, e com a existência de vários parâmetros de avaliação nas várias etapas, pois ajudam a “aprender mais sobre o tema”, a “saber fazer e apresentar trabalhos” e a “melhorar a capacidade de pesquisa e de falar em frente de muitas pessoas”. Sobre os temas dos projectos, todos responderam que eram importantes para as pessoas conhecerem o ciclo urbano da água na sua região, para não poluírem, pouparem a água e protegerem o ambiente.

A realização de projectos sobre o ciclo urbano da água, no âmbito das disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais, foi considerada muito útil pelos alunos, por ajudar a adquirir conhecimentos importantes sobre os temas abordados, a compreender melhor os



conteúdos das disciplinas e a melhorar a respectiva nota, e por contribuir para o desenvolvimento de competências.

#### **5.1.5. Que influência exerce a consulta de um *site* sobre o ciclo urbano da água, nas competências desenvolvidas pelos alunos durante o trabalho de projecto?**

A utilização do *site da DAS/CMTN*, no âmbito das disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais, foi bem aceite pelos alunos, que reconheceram a sua relevância para a realização de projectos, devido a ter muita informação importante e por ajudar a desenvolver competências, como a capacidade de pesquisa e de usar a Internet.

Relativamente aos conhecimentos relacionados com o ciclo urbano da água, a análise dos resultados do “Questionário Diagnóstico” e do “Questionário Final” revelou que poucos alunos sabiam responder correctamente no início dos projectos. Nenhum aluno afirmou ter conhecimento do ciclo urbano da água antes da palestra realizada na Semana da Escola para divulgar o *site da DAS/CMTN*. A realização dos projectos promoveu a aquisição de conhecimentos, apesar de não ter sido na maioria dos alunos, já que apenas uma média de 9 alunos (39%) melhorou a resposta no “Questionário Final”.

Os resultados da avaliação dos projectos (ver Capítulo 4.6.) permitiram concluir que a maioria dos alunos revelou muitas dificuldades em todas as etapas dos projectos (por ordem decrescente de dificuldade, nas atitudes científicas, na pesquisa, na apresentação, no poster e no artigo). Apenas durante a utilização do *site da DAS/CMTN*, realizada na apresentação do projecto à turma, todos os alunos receberam uma avaliação bastante positiva neste subparâmetro.

Os alunos que participaram neste estudo apresentaram muitas dificuldades na realização dos projectos, o que tem acontecido com muitos alunos de outras turmas. Tendo em conta a importância do trabalho de projecto para o desenvolvimento de competências, comprovada noutros estudos e reconhecida pelos alunos, estes devem realizar projectos com mais frequência e em várias disciplinas, para desenvolverem as competências previstas no currículo nacional.

## 5.2. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

A metodologia qualitativa de estudo de caso, utilizada no presente estudo, apresenta algumas limitações, tais como:

- ◆ O número reduzido de alunos e professores estudados;
- ◆ O tempo reduzido de acompanhamento dos alunos durante a utilização do *síte* e a realização dos projectos;
- ◆ A subjectividade associada aos dados recolhidos através das observações e das avaliações dos projectos, realizadas pelo investigador.

Estas limitações impedem a recolha de um conjunto mais vasto de opiniões, atitudes e competências desenvolvidas pelos alunos. Deste modo, as conclusões apresentadas não podem ser generalizadas, tal como acontece com os resultados dos métodos experimentais, mas permitem descrever o mais fielmente possível uma dada realidade, de modo a que outros possam identificar-se com ela, encontrando aspectos similares transferíveis para outros contextos.

Finalmente, apresentam-se algumas sugestões para futuros estudos:

- ◆ Construção de uma nova secção no *síte* da DAS/CMTN, denominada “Águas no Mundo”, para servir de portal para outros *sítes* que não sejam portugueses;
- ◆ Análise dos recursos hídricos, em termos de quantidade e qualidade, existentes numa determinada região e em Portugal;
- ◆ Análise dos processos de tratamento de águas e do funcionamento das ETA e das ETAR, numa determinada região e em Portugal;
- ◆ Aplicação do ciclo urbano da água no ensino básico e secundário, através do uso de plataformas de *e-Learning*, *portfólios* e *WebQuests*;
- ◆ Divulgação do ciclo dos resíduos sólidos urbanos através da Internet.

## BIBLIOGRAFIA

- Abrantes, J. (Coord.) (2006). *Ecrãs em mudança – Dos jovens na Internet ao provedor da televisão*. Livros Horizonte.
- ACSAD & AGU (2000). *Alternative policy study: water resource management in West Asia*. GEO-2000. Nairobi: UNEP. <http://www.grida.no/geo2000/aps-wasia> (4 Ago. 2006).
- ADB (2001). *Asian environment outlook 2001*. Manila: Asian Development Bank. <http://www.adb.org/Documents/Books/AEO/2001/aeo2001.pdf> (2 Ago. 2006).
- Advertência nº IP/06/902, de 30 de Junho. Portugal: Comissão envia uma última advertência sobre infracções ambientais. <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/06/902&format=PDF&aged=1&language=PT&guiLanguage=fr> (10 Ago. 2006).
- AEA (2004). *Sinais ambientais 2004 - Actualização da Agência Europeia do Ambiente sobre questões específicas*. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias. [http://reports.eea.europa.eu/signals-2004/pt/PT\\_Signals\\_web.pdf](http://reports.eea.europa.eu/signals-2004/pt/PT_Signals_web.pdf) (23 Jun. 2006).
- Águas do Oeste (2006). *Ciclo urbano da água*. [http://www.aguasdooeste.pt/fileBank/Ciclo\\_Urbano.pdf](http://www.aguasdooeste.pt/fileBank/Ciclo_Urbano.pdf) (7 Mar. 2006).
- Alcamo, J., Henrichs, T., & Rösch, T. (2000). *World Water in 2025 - Global modeling and scenario analysis for the World Commission on Water for the 21<sup>st</sup> Century*. Report A0002. Kassel: Center for Environmental Systems Research, University of Kassel. <http://www.usf.uni-kassel.de/usf/archiv/dokumente/kwws/kwws.2.pdf>
- Alley, R., Clark, P., Huybrechts, P., & Joughin, I. (2005). Ice-sheet and sea-level changes. *Science*. 310, 456-460. <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/310/5747/456> (9 Ago. 2006).
- ANMP (2005). *Municípios na Internet*. <http://www.anmp.pt/munp/mun/mun101w4.php?stri=%> (10 Set. 2005).
- Baird, C. (1995). *Environmental Chemistry*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Baptista, J., Pássaro, D., & Santos, R. (2005). *Evolução recente e perspectivas para os serviços urbanos de águas e resíduos em Portugal*. Lisboa: IRAR. <http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/textreg3.pdf> (19 Jan. 2006).

- Baptista, J., Pássaro, D., Santos, R., & Costa, A. (2005a). *A necessidade de investir na melhoria da qualidade da água para consumo humano em Portugal. Reflexões sobre o contencioso com a Comissão Europeia*. Lisboa: IRAR. <http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/textqa2.pdf> (19 Jan. 2006).
- Baptista, J., Pássaro, D., Santos, R., & Costa, A. (2005b). *A qualidade da água para consumo humano em Portugal. O balanço da intervenção do IRAR como autoridade competente*. Lisboa: IRAR. <http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/textqa1.pdf> (19 Jan. 2006).
- Barnett, T., Adam, J., & Lettenmaier, D. (2005). Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. *Nature*. 438, 303-309. <http://www.nature.com/nature/journal/v438/n7066/abs/nature04141.html> (9 Ago. 2006).
- Bernard, A. (1999). *International Cooperation Through River Basin Commissions*. Technical Session V: The framework for regional and international cooperation regarding wetlands. Paper 2. Ramsar COP7 DOC. 20.2. The Ramsar Convention on Wetlands. [http://www.ramsar.org/cop7/cop7\\_doc\\_20.2\\_e.htm](http://www.ramsar.org/cop7/cop7_doc_20.2_e.htm) (15 Nov. 2006).
- Bindschadler, R. (1998). Future of the West Antarctic ice sheet. *Science*. 282, 428-429. <http://igloo.gsfc.nasa.gov/wais/articles/perspective.html> (9 Ago. 2006).
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bogdan, R., & Taylor, S. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Buenos Aires: Paidós.
- Bryden, H., Longworth, H., & Cunningham, S. (2005). Slowing of the Atlantic meridional overturning circulation at 25°N. *Nature*. 438, 665-657. <http://www.mindfully.org/Water/2005/Gulf-Stream-Reduction1dec05.htm> (9 Ago. 2006).
- Carvalho, A., Simões, A., & Silva, J. (2004). Indicadores de qualidade e de confiança de um site. In M. Alves & E. Machado (Eds.), *Actas das II Jornadas da Secção Portuguesa da ADMEE: A avaliação e a validação das competências em contextos escolares e profissionais*. Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho. [www.prof2000.pt/users/folhalcino/ideias/publicadas/indicadores\\_Qualidade\\_Site.pdf](http://www.prof2000.pt/users/folhalcino/ideias/publicadas/indicadores_Qualidade_Site.pdf) (24 Mar. 2006).
- CDIAC (2004). *Carbon Dioxide Information Analysis Center*. U.S. Department of Energy. <http://cdiac.esd.ornl.gov> (24 Jul. 2006).

- Chapin III, F., Sturm, M., Serreze, M., McFadden, J., Key, J., Lloyd, A. et al., (2005). Role of land-surface changes in Arctic summer warming. *Science*. 310, 657-660.  
[http://www.wri.org/climate/pubs\\_content\\_text.cfm?ContentID=3960](http://www.wri.org/climate/pubs_content_text.cfm?ContentID=3960) (9 Ago. 2006).
- Clean Water Action (2006). *Home*. <http://www.cleanwateraction.org> (10 Jul. 2006).
- COM (2003, 23 Abr.). *Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu: Criação de um Fundo da Água da UE*. Bruxelas. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2003/com2003\\_0211pt01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2003/com2003_0211pt01.pdf) (30 Jun. 2006).
- COM (2004, 23 Abr.). *Relatório da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Aplicação da Directiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas, alterada pela Directiva 98/15/CE da Comissão, de 27 de Fevereiro de 1998*. Bruxelas.  
[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2004/com2004\\_0248pt01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2004/com2004_0248pt01.pdf) (30 Jun. 2006).
- Consolidated Consultants (2004). *Environmental and social assessment report: Disi-Mudawarra to Amman water conveyance system*. Executive summary. Ministry of Water and Irrigation, The Hashemite Kingdom of Jordan. [http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2004/08/24/000160016\\_20040824132348/Rendered/PDF/E9910v110ENGLI10Summary1english1doc.pdf](http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2004/08/24/000160016_20040824132348/Rendered/PDF/E9910v110ENGLI10Summary1english1doc.pdf) (2 Ago. 2006).
- Convenção (1998). *Convenção sobre Cooperação para a Protecção e o Aproveitamento Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas*.  
[http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT\\_LI\\_20791\\_1\\_0001.htm](http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT_LI_20791_1_0001.htm) (15 Nov. 2006).
- Costa, J. (1998). *Planear, investigar, produzir e partilhar: Contributos do trabalho de projecto na aprendizagem das Ciências da Natureza. Uma experiência com alunos do 2º ciclo do ensino básico*. Tese de mestrado não publicada, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- CSD (1997a). *Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world*. Report of the Secretary-General. E/CN.17/1997/9. CSD 5th session. United Nations Economic and Social Council. [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/docs\\_csd5.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/docs_csd5.htm) (22 Jul. 2006).
- CSD (1997b). *Protection of the quality and supply of freshwater resources: Application of integrated approaches to the development, management and use of water resources*. Report of the Secretary-General. Addendum. E/CN.17/1997/2/Add.17. United Nations Economic and Social Council. [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/docs\\_csd5.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/docs_csd5.htm) (22 Jul. 2006).

- CSD (1998). *The Tegucigalpa Model: Water supply for peri-urban settlements*. Sustainable development success stories - 1998 (Freshwater Management). United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development. [http://www.un.org/esa/sustdev/mgroups/success/1998/tegu\\_mod.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/mgroups/success/1998/tegu_mod.htm) (24 Jul. 2006).
- CSD (2000). *Progress made in providing safe water supply and sanitation for all during the 1990s*. Report of the Secretary-General. E/CN.17/2000/13. CSD 8th session. United Nations Economic and Social Council. [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/docs\\_csd8.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/docs_csd8.htm) (22 Jul. 2006).
- Curry, R., Dickson, B., & Yashayaev, I. (2003). A change in the freshwater balance of the Atlantic Ocean over the past four decades. *Nature*. 426, 826-829. [http://stephenschneider.stanford.edu/Publications/PDF\\_Papers/CurryEtAl2003.pdf](http://stephenschneider.stanford.edu/Publications/PDF_Papers/CurryEtAl2003.pdf) (9 Ago. 2006).
- Damme, H. (1999). *Vision 21: Water for people in the 21st century*. 25th WEDC Conference: Integrated development for water supply and sanitation. Addis Ababa: The Water Supply and Sanitation Collaborative Council. <http://www.lboro.ac.uk/wedc/papers/25/003.pdf> (7 Jul. 2006).
- Decisão nº 2001/720/CE, de 8 de Outubro de 2001. Concede a Portugal uma derrogação relativa ao tratamento de águas residuais urbanas para a aglomeração da Costa do Estoril. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 269 de 10.10.2001. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/oj/2001/L\\_269/L\\_26920011010pt00140016.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/oj/2001/L_269/L_26920011010pt00140016.pdf) (10 Ago. 2006).
- Decisão nº 2002/253/CE, de 19 de Março de 2002. Estabelece definições de casos para a notificação de doenças transmissíveis à rede comunitária, ao abrigo da Decisão nº 2119/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 86 de 3.4.2002. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/oj/2002/L\\_086/L\\_08620020403pt00440062.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/oj/2002/L_086/L_08620020403pt00440062.pdf) (24 Jan. 2006).
- Declaração de Rectificação nº 20-AT/2001, de 30 de Novembro. Rectifica o Decreto-Lei nº 243/2001, sobre a qualidade da água destinada ao consumo humano. *Diário da República*, I Série-A, nº 278, 3º Suplemento. [http://www.inag.pt/inag2004/port/r\\_externas/ue/ag\\_con\\_hum/rect20\\_at\\_2001.pdf](http://www.inag.pt/inag2004/port/r_externas/ue/ag_con_hum/rect20_at_2001.pdf) (25 Fev. 2006).
- Declaração de Rectificação nº 21-E/2001, de 31 de Dezembro. Rectifica o Decreto Regulamentar nº 18/2001, que aprova o Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo. *Diário da República*, I Série-B, nº 301, 7º Suplemento. [http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/legisla/pdf\\_nac/Planeamento/DRect21\\_E\\_2001.pdf](http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/legisla/pdf_nac/Planeamento/DRect21_E_2001.pdf) (17 Nov. 2006).
- Decreto Regulamentar nº 18/2001, de 7 de Dezembro. Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo. *Diário da República*, I Série-B, nº 283. [http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT\\_LN\\_24247\\_1\\_0001.htm](http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT_LN_24247_1_0001.htm) (16 Nov. 2006).



- Decreto-Lei nº 149/2004, de 22 de Junho. Altera o Decreto-Lei nº 152/97, de 19 de Junho, sobre o tratamento de águas residuais urbanas. *Diário da República*, I Série-A, nº 145. [http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/legisla/pdf\\_nac/AgResiduais/DL149\\_2004.pdf](http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/legisla/pdf_nac/AgResiduais/DL149_2004.pdf) (5 Ago. 2006).
- Decreto-Lei nº 152/97, de 19 de Junho. Recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio aquático. *Diário da República*, I Série-A, nº 139. <http://dre.pt/pdf1sdip/1997/06/139a00/29592967.PDF> (5 Ago. 2006).
- Decreto-Lei nº 235/97, de 3 de Setembro. Protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola. *Diário da República*, I Série-A, nº 203. [http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT\\_LN\\_6566\\_1\\_0001.htm](http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT_LN_6566_1_0001.htm) (5 Ago. 2006).
- Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto. Qualidade das águas, em função dos seus principais usos, e normas de descarga das águas residuais na água e no solo. *Diário da República*, I Série-A, nº 176. [http://www.ccdr-alg.pt/documentos/ambiente/litoral/aguas\\_balneares\\_DL\\_236\\_98\\_1\\_Ago.pdf](http://www.ccdr-alg.pt/documentos/ambiente/litoral/aguas_balneares_DL_236_98_1_Ago.pdf) (27 Fev. 2006).
- Decreto-Lei nº 243/2001, de 5 de Setembro. Qualidade da água destinada ao consumo humano. *Diário da República*, I Série-A, nº 206. <http://www.smastv.pt/decretos/DL243-2001.pdf> (25 Fev. 2006).
- Decreto-Lei nº 336/93, de 29 de Setembro. Estabelece as regras de nomeação, competência e funcionamento das entidades que exercem o poder de autoridade de saúde. *Diário da República*, I Série-A, nº 229. [http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT\\_LN\\_6253\\_1\\_0001.htm](http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT_LN_6253_1_0001.htm) (24 Jan. 2006).
- Decreto-Lei nº 348/98, de 9 de Novembro. Altera o Decreto-Lei nº 152/97, de 19 de Junho, no que respeita a determinados requisitos estabelecidos no quadro nº 2 do seu anexo I. *Diário da República*, I Série-A, nº 259. <http://preresi.ineti.pt/documentacao/legislacao/nacional/DL%20348-98.pdf> (5 Ago. 2006).
- Decreto-Lei nº 68/99, de 5 de Agosto. Altera o Decreto-Lei nº 235/97, de 3 de Setembro, sobre a protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola. *Diário da República*, I Série-A, nº 59. [http://www.inag.pt/inag2004/port/r\\_externas/ue/nitratos/DL68\\_99.pdf](http://www.inag.pt/inag2004/port/r_externas/ue/nitratos/DL68_99.pdf) (5 Ago. 2006).
- DGAA (2005). *Municípios*. <http://www.dgaa.pt/default.asp?s=12089> (10 Set. 2005).
- Dickson, B., Yashayaev, I., Meincke, J., Turrell, B., Dye, S., & Holfort, J. (2002). Rapid freshening of the deep North Atlantic Ocean over the past four decades. *Nature*. 416, 832-837. <http://asof.npolar.no/library/pdf/dicksonetal.pdf> (9 Ago. 2006).

- Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000. Quadro de acção comunitária no domínio da política da água. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 327 de 22.12.2000. [http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/D\\_Q.pdf](http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/D_Q.pdf) (10 Mar. 2006).
- Directiva 75/440/CEE do Conselho, de 16 de Junho de 1975. Qualidade das águas superficiais destinadas à produção de água potável. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 194 de 25.7.1975. [http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/dir\\_75\\_440\\_06.pdf](http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/dir_75_440_06.pdf) (5 Ago. 2006).
- Directiva 76/160/CEE, de 8 de Dezembro de 1975. Qualidade das águas balneares. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 306 de 26/11/1975. [http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT\\_LC\\_5222\\_2\\_0001.htm](http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT_LC_5222_2_0001.htm) (5 Ago. 2006).
- Directiva 79/869/CEE do Conselho, de 9 de Outubro de 1979. Métodos de medida e frequência das amostragens e da análise das águas superficiais destinadas à produção de água potável. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 271 de 29.10.1979. [http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/dir\\_79\\_869\\_09.pdf](http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/dir_79_869_09.pdf) (5 Ago. 2006).
- Directiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1991. Tratamento de águas residuais urbanas. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 135 de 30.5.1991. [http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT\\_LC\\_5677\\_1\\_0001.htm](http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT_LC_5677_1_0001.htm) (23 Jul. 2006).
- Directiva 91/676/CEE do Conselho, de 12 de Dezembro de 1991. Protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 375 de 31.12.1991. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0676:PT:HTML> (5 Ago. 2006).
- Directiva 98/15/CE da Comissão de 27 de Fevereiro de 1998. Altera a Directiva 91/271/CEE no que respeita a determinados requisitos estabelecidos no seu anexo I. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 67 de 7.3.1998. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:067:0029:0030:PT:PDF> (23 Jul. 2006).
- Directiva 98/83/CE do Conselho, de 3 de Novembro de 1998. Qualidade da água destinada ao consumo humano. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 330 de 5.12.1998. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:PT:PDF> (6 Ago. 2006).
- Dubreuil, C. (2006). Synthesis on the right to water. 4th World Water Forum, Mexico. World Water Council. [http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/www/News/newsletter/synthesis\\_righttowater\\_4wwf.pdf](http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/www/News/newsletter/synthesis_righttowater_4wwf.pdf) (2 Ago. 2006).



- EC (2004). *Groundwater - Nature's hidden treasure*. Freshwater series A-5. The Green Lane, Environment Canada, Minister of Environment. [http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/FS/e\\_FSA5.htm](http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/FS/e_FSA5.htm) (17 Jul. 2006).
- ECE (1992). *Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes*. United Nations. <http://www.unece.org/env/water/pdf/watercon.pdf> (16 Nov. 2006).
- EEA (2000). *Environmental Signals 2000*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. [http://reports.eea.europa.eu/signals-2000/en/tab\\_content\\_RLR](http://reports.eea.europa.eu/signals-2000/en/tab_content_RLR) (22 Jun. 2006).
- EEA (2001). *Environmental Signals 2001*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. <http://reports.eea.europa.eu/signals-2001/en/signals2001> (22 Jun. 2006).
- EEA (2002). *Environmental signals 2002 - Benchmarking the millennium*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. [http://reports.eea.europa.eu/environmental\\_assessment\\_report\\_2002\\_9/en/sig02LOW.pdf](http://reports.eea.europa.eu/environmental_assessment_report_2002_9/en/sig02LOW.pdf) (25 Jul. 2006).
- EEA (2004). *Impacts of Europe's Changing Climate. An indicator-based assessment*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. [http://reports.eea.europa.eu/climate\\_report\\_2\\_2004/en/impacts\\_of\\_europes\\_changing\\_climate.pdf](http://reports.eea.europa.eu/climate_report_2_2004/en/impacts_of_europes_changing_climate.pdf) (23 Jul. 2006).
- EEA (2005). *European environment outlook*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. [http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2005\\_4/en/outlook\\_web.pdf](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2005_4/en/outlook_web.pdf) (30 Jun. 2006).
- EEA (2006). *Waterbase*. Eionet - European Environment Information and Observation Network. <http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/available2.asp?type=findkeyword&theme=waterbase> (24 Jul. 2006).
- EPA (1998). *National water quality inventory: 1998 report to Congress*. US Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/305b/98report> (14 Ago. 2006).
- EPA (2004). *Fact sheet: National listing of fish advisories*. EPA-823-F-04-016. US Environmental Protection Agency, Office of Water. <http://www.epa.gov/waterscience/fish/advisories/factsheet.pdf> (23 Jul. 2006).
- EPAL (2006). *Quem somos*. <http://www.epal.pt/epal/Modelo1.aspx?src=QuemSomos&area=276&menu=278> (8 Jan. 2006).

- FAO (2003). *TERRASTAT – Land resource potential and constraints statistics at country and regional level*. Land and Water Development Division (AGL). <http://www.fao.org/ag/agl/agll/terrastat> (23 Jul. 2006).
- FAO (2004). *Water Resources, Development and Management Service*. Land and Water Development Division. <http://www.fao.org/ag/agl/aglw> (8 Jul. 2006).
- FAO (2005). *AQUASTAT – FAO's information system on water and agriculture*. Land and Water Development Division (AGL). <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/main/index.stm> (23 Jul. 2006).
- FAO (2006). *FAOSTAT – FAO Statistical Databases*. FAO Statistics Division. <http://faostat.fao.org> (23 Jul. 2006).
- Ferrarotti, F. (1986). *Sociologia*. Lisboa: Teorema.
- Franco, D., & Chagas, I. (2000). *Um olhar sobre o site*. Comunicação apresentada na conferência da AFIRSE “Tecnologias em Educação. Estudos e Investigações”, Lisboa. <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/ticc/Olhar%20o%20site.pdf> (24 Mar. 2006).
- Garcia, R. (2006). *Sobre a Terra. Um guia para quem lê e escreve sobre ambiente*. 2.<sup>a</sup> ed. Lisboa: PÚBLICO.
- Goetz, J., & Lecompte, M. (1984). *Ethnography and qualitative design in educational research*. New York: Academic Press.
- IA (2005a). *REA 2003 - Relatório do estado do ambiente 2003*. Amadora: Instituto do Ambiente. [http://www.iambiente.pt/portal/page?\\_pageid=73,408080&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&docs=10139514&id\\_doc=6253](http://www.iambiente.pt/portal/page?_pageid=73,408080&_dad=portal&_schema=PORTAL&docs=10139514&id_doc=6253) (8 Jun. 2006).
- IA (2005b). *REA 2004 - Relatório do estado do ambiente 2004*. Amadora: Instituto do Ambiente. <http://www.aldraba.org.pt/PDF/REA04interactivo.pdf> (14 Ago. 2006).
- ICPR (2005). *Rhine Convention*. <http://www.iksr.org/index.php?id=327> (15 Nov. 2006).
- IFA (2006). *Total fertilizer consumption statistics by region from 1970/71 to 2005/06 (N + P2O5 + K2O)*. <http://www.fertilizer.org/ifa/statistics/indicators/tablenpk.asp> (13 Ago. 2006).
- IJC (1997). *Overcoming obstacles to sediment remediation in the Great Lakes Basin*. Sediment Priority Action Committee, Great Lakes Water Quality Board. <http://www.ijc.org/php/publications/html/sedrem.html#preface> (16 Jul. 2006).
- IJC (2004). *Twelfth biennial report on Great Lakes water quality*. [http://www.ijc.org/php/publications/html/12br/pdf/12thbrfull\\_e.pdf](http://www.ijc.org/php/publications/html/12br/pdf/12thbrfull_e.pdf) (21 Jul. 2006).

- INAG (2002). *Plano Nacional da Água*. [http://www.inag.pt/inag2004/port/a\\_intervencao/planeamento/pna/pna\\_indice.html](http://www.inag.pt/inag2004/port/a_intervencao/planeamento/pna/pna_indice.html) (10 Mar. 2006).
- INAG (2006a). *Evolução da qualidade da água*. Zonas balneares. Síntese nacional. Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. [http://snirh.inag.pt/snirh.php?main\\_id=1&item=1.2](http://snirh.inag.pt/snirh.php?main_id=1&item=1.2) (24 Jan. 2006).
- INAG (2006b). *Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais*. <http://insaar.inag.pt> (24 Jan. 2006).
- INAG (2006c). *Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos*. <http://snirh.inag.pt> (24 Jan. 2006).
- INE (2003). *Recenseamento da população e da habitação (Centro) – Censos 2001 (NUTS 2002)*. Quadros Resumo. 1.01.f - População residente, população presente, famílias, núcleos familiares, alojamentos e edifícios (Tomar e Torres Novas). Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. [http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub\\_cod=076&per\\_cod=040](http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub_cod=076&per_cod=040) (5 Set. 2005).
- INE (2005a). *Estatísticas do Ambiente 2004*. Abastecimento de água e águas residuais. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. [http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub\\_cod=014&per\\_cod=243](http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub_cod=014&per_cod=243) (8 Ago. 2005).
- INE (2005b). *Estimativas Provisórias de População Residente Intercensitárias, Portugal, NUTS II, NUTS III e Municípios 2004*. Estimativas e índices por NUTS III e municípios. Estimativas de população residente, por sexo e grandes grupos etários e índices em 31/XII/2004 (NUTS novas). Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. [http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub\\_cod=385&per\\_cod=243](http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub_cod=385&per_cod=243) (7 Ago. 2005).
- INE (2005c). *Indicadores sociais 2004*. Ambiente. 9.7 - Proporção da população servida por sistemas de saneamento básico. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. [http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub\\_cod=163&per\\_cod=243](http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub_cod=163&per_cod=243) (8 Ago. 2006).
- INE (2005d). *Retrato Territorial de Portugal 2004*. Território. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. [http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub\\_cod=410&per\\_cod=243](http://www.ine.pt/prodserve/quadros/periodo.asp?pub_cod=410&per_cod=243) (8 Ago. 2006).
- IPAD (2004). *Objectivos de Desenvolvimento do Milénio - Relatório de Portugal*. Lisboa: Direcção de Serviços de Planeamento Financeiro e Programação, Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento, Ministério dos Negócios Estrangeiros. <http://www.ipad.mne.gov.pt/images/stories/ODM/mdgs-Objectivos-2004.pdf> (30 Jun. 2006).

- IPCC (2001). *Climate change 2001: The scientific basis*. Contributions of Working Group I to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. WMO, UNEP. Cambridge: Cambridge University Press. [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg1/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/index.htm) (25 Nov. 2006).
- IRAR & LNEC (2005). *Guia de avaliação de desempenho das entidades gestoras de serviços de águas e resíduos*. Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. [http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/guia\\_id2005.pdf](http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/guia_id2005.pdf) (15 Jan. 2006).
- IRAR (2005a). *Relatório anual do sector de águas e resíduos em Portugal (2004)*. Vol 1 – *Caracterização geral do sector*. Instituto Regulador de Águas e Resíduos. <http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/rasarp/vol1/RASARP%20-%20vol1.pdf> (23 Jan. 2006).
- IRAR (2005b). *Relatório anual do sector de águas e resíduos em Portugal (2004)*. Vol 2 – *Caracterização económica e financeira do sector*. Instituto Regulador de Águas e Resíduos. <http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/rasarp/vol2/RASARP%20-%20vol2.pdf> (23 Jan. 2006).
- IRAR (2005c). *Relatório anual do sector de águas e resíduos em Portugal (2004)*. Vol 3 – *Avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores*. <http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/rasarp/vol3/RASARP%20-%20vol3.zip> (23 Jan. 2006).
- IRAR (2005d). *Relatório anual do sector de águas e resíduos em Portugal (2004)*. Vol 4 – *Controlo da qualidade da água para consumo humano*. <http://www.irar.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/docum/rasarp/vol4/RASARP%20-%20vol4.zip> (23 Jan. 2006).
- IUCN, UNDP, & UNEP (2005). *Agua para Todos/Water for All (Bolívia)*. Winners of the Seed Awards 2005. Seed Initiative. <http://seedinit.org/mainpages/ceremony/Agua/index.php> (23 Jul. 2006).
- Jackson, A., & Jackson, J. (2000). *Environmental Science. The natural environment and human impact*. 2nd ed. Essex: Pearson Education.
- JMP (2005). *Home*. WHO, UNICEF. <http://www.wssinfo.org> (7 Jul. 2006).
- Jorgensen, D. (1989). *Participant observation: A methodology for human studies*. Newbury Park: Sage Publications.

- Kalinke, M., & Trovon, A. (2002). *A delimitação de critérios para análise e selecção de sites educacionais*. [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/seminario\\_curitiba\\_files/Kalinke-Trovon.doc](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/seminario_curitiba_files/Kalinke-Trovon.doc) (24 Mar. 2006).
- Kolpin, D., Barbash, J., & Gilliom, R. (1998). Occurrence of pesticides in shallow ground water of the United States: Initial results from the National Water-Quality Assessment Program. *Environmental Science & Technology*, 32. United States Geological Survey. <http://ca.water.usgs.gov/pnsp/ja/est32> (11 Jun. 2006).
- Landingin, R. (2003). Loaves, fishes and dirty dishes. Manila's privatized water can't handle the pressure. In The Center for Public Integrity, *The Water Barons*. <http://www.publicintegrity.org/water/report.aspx?aid=51> (2 Jul. 2006).
- Laxon, S., Peacock, N., & Smith, D. (2003). High interannual variability of sea ice thickness in the Arctic region. *Nature*. 425, 947-950. <http://www.cpom.org/research/swl-nature.pdf> (9 Ago. 2006).
- Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro. Lei da Água. *Diário da República*, I Série-A, nº 249. [http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/legisla/pdf\\_nac/Lei%2058\\_2005.pdf](http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/legisla/pdf_nac/Lei%2058_2005.pdf) (10 Mar. 2006).
- Leipziger, D., & Foster, V. (2002). Is Privatization Good for the Poor?. In International Finance Corporation, *Impact - Private Sector Partners: Focus on Infrastructure*. 2, 21-24. [http://www.ifc.org/ifcext/publications.nsf/AttachmentsByTitle/IMPACT\\_March2002/\\$FILE/IMPACTMarch2002.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/publications.nsf/AttachmentsByTitle/IMPACT_March2002/$FILE/IMPACTMarch2002.pdf) (2 Jul. 2006).
- Leite, E., Malpique, M., & Santos, M. (2001). *Trabalho de projecto 1: Aprender por projectos centrados em problemas*. 4.<sup>a</sup> ed. Porto: Edições Afrontamento.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (1990). *Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.
- LHWP (2005). *Lesotho Highlands Water Project*. <http://www.lhwp.org.ls> (24 Jul. 2006).
- LNEC & ISA (2001). *Programa Nacional Para o Uso Eficiente da Água*. Versão preliminar. Lisboa: Instituto da Água & Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. [http://www.inag.pt/inag2004/port/quem\\_somos/pdf/uso\\_eficiente\\_agua.pdf](http://www.inag.pt/inag2004/port/quem_somos/pdf/uso_eficiente_agua.pdf) (31 Mar. 2006).
- Lobina, E. (2000). Cochabamba: Water war. *Focus (PSI Journal)*, vol. 7, nº 2. London: Public Services International. <http://www.psir.org/reports/Cochabamba.doc> (2 Jul. 2006).
- Ludke, M., & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

- Lvovsky, K. (2001). *Health and environment*. Environment strategy papers. Washington: World Bank. [http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/envext.nsf/41ByDocName/EnvironmentStrategyPaperNo1HealthandEnvironment2001361KBPDF/\\$FILE/ESP1Health&Environment2001.pdf](http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/envext.nsf/41ByDocName/EnvironmentStrategyPaperNo1HealthandEnvironment2001361KBPDF/$FILE/ESP1Health&Environment2001.pdf) (12 Ago. 2006).
- MAOT (2000). *Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2000-2006*. <http://snirh.inag.pt/snirh/divulgacao/poa/peaasar.html> (11 Mar. 2006).
- MAOTDR (2006). *Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013*. Documento preliminar. <http://www.maotdr.gov.pt/NR/rdonlyres/43DE8829-ED6C-4C35-ACFA-2B53AA4591F2/4787/PEAASARII.doc> (17 Nov. 2006).
- McKinney, M., & Schoch, R. (2003). *Environment Science. Systems and solutions*. 3th ed. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers.
- ME (2001a). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares, 3.º ciclo*. Departamento da Educação Básica. Lisboa: Ministério da Educação. [http://www.dgidec.min-edu.pt/fichdown/programas/ciencias\\_fisicas\\_naturais.pdf](http://www.dgidec.min-edu.pt/fichdown/programas/ciencias_fisicas_naturais.pdf) (28 Jan. 2006).
- ME (2001b). *Currículo nacional do ensino básico – Competências essenciais*. Departamento da Educação Básica. Lisboa: Ministério da Educação. [http://www.dgidec.min-edu.pt/public/compessenc\\_pdfs/pt/LivroCompetenciasEssenciais.pdf](http://www.dgidec.min-edu.pt/public/compessenc_pdfs/pt/LivroCompetenciasEssenciais.pdf) (28 Jan. 2006).
- Merriam, S. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. S. Francisco & Londres: Jossey-Bass Publishers.
- Miller, G. (2004). *Sustaining the Earth. An integrated approach*. 6th ed. Pacific Grove: Brooks/Cole - Thomson Learning.
- Moody, D. (1996). *Sources and Extent of Groundwater Contamination*. Water Quality & Waste Management. North Carolina Cooperative Extension Service. <http://www.p2pays.org/ref/01/00065.htm> (11 Jun. 2006).
- NASA (2005). *Scientists get a real "rise" out of breakthroughs in how we understand changes in sea level*. NASA Science Update. [http://www.nasa.gov/vision/earth/environment/sealevel\\_feature.html](http://www.nasa.gov/vision/earth/environment/sealevel_feature.html) (9 Ago. 2006).
- NSIDC (2005). *Sea ice decline intensifies*. Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences at the University of Colorado, NASA, University of Washington. <http://nsidc.org/news/press/intensifies/SeaIceDeclineIntensifies.pdf> (9 Ago. 2006).
- OECD (2003). *Improving water management. Recent OECD experience*. Paris: OECD Publications Service. <http://www1.oecd.org/publications/e-book/9703021E.PDF> (1 Jul. 2006).



- ONU (2001). *Declaração do Milénio das Nações Unidas*. Lisboa: Centro de Informação das Nações Unidas em Portugal. [http://www.cv.undp.org/Publications/OMD/DecdoMilenario\\_pt.pdf](http://www.cv.undp.org/Publications/OMD/DecdoMilenario_pt.pdf) (30 Jun. 2006).
- ONU (2001, 19 Set.). *Plano para a consecução dos objectivos da Cimeira do Milénio*. Relatório do Secretário-Geral Kofi Annan. Comunicado de imprensa do Departamento de Informação Pública da ONU, Centro de Informação das Nações Unidas em Portugal. <http://www.onuportugal.pt/roadmap.pdf> (1 Jul. 2006).
- Panapress (2006, 1 Maio). *Países da Bacia do Nilo preparam conferência sobre água*. <http://www.panapress.com/newslatf.asp?code=por030982&dte=01/05/2006> (15 Nov. 2006).
- Patton, M. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Newbury Park: Sage Publications.
- Pauw, J. (2003). *Metered to death: How a water experiment caused riots and a cholera epidemic*. In The Center for Public Integrity, *The Water Barons*. <http://www.publicintegrity.org/water/report.aspx?aid=49> (2 Jul. 2006).
- PNUD (2003). *Relatório do desenvolvimento humano 2003 - Objectivos de Desenvolvimento do Milénio: Um pacto entre nações para eliminar a pobreza humana*. Queluz: Mensagem. <http://www.pnud.org.br/rdh/integras/index.php?lay=inst&id=fuld> (30 Jun. 2006).
- PNUMA (2004). *Perspectivas do meio ambiente mundial 2002 (GEO-3): Passado, presente e futuro*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Universidade Livre da Mata Atlântica. <http://www2.ibama.gov.br/~geobr/geo3-port/geo3-port.htm> (22 Jun. 2006).
- Portaria nº 1071/98, de 31 de Dezembro. Aprova a tabela das doenças de declaração obrigatória, ordenada de acordo com o código da 10.ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID), e utilizando a respectiva nomenclatura nosológica, conforme a Deliberação nº 131/97, de 27 de Julho. [http://www.factor-segur.pt/legislacao/doc/Saude/P%20766-86+%201071-98\\_t.pdf](http://www.factor-segur.pt/legislacao/doc/Saude/P%20766-86+%201071-98_t.pdf) (24 Jan. 2006).
- Pottinger, L. (1998). *All wet: The World Bank and the Lesotho dam*. Southern Africa Report, vol. 13, nº 4. <http://www.africafiles.org/article.asp?ID=3792> (24 Jul. 2006).
- Quercus (2005). *Água de beber: Relatório de 2004 revela concelhos que ainda não controlam a qualidade da água*. <http://quercus.sensocomum.pt/pages/defaultArticleViewOne.asp?storyID=1498> (24 Jan. 2006).
- RIOB (2006). *Carta de organização e de funcionamento*. <http://www.inbo-news.org/friobpo.htm> (15 Nov. 2006).

- Ronderos, M. (2003). A tale of two cities. In The Center for Public Integrity, The Water Barons. <http://www.publicintegrity.org/water/report.aspx?aid=53> (2 Jul. 2006).
- Schratz, M. (1993). *Qualitative voices in educational research*. London: Falmer Press.
- Secretary Colin L. Powell (2002, 4 Set.). *Remarks with japanese foreign minister Yoriko Kawaguchi at the announcement of the Clean Water for People Initiative*. The Office of Electronic Information, Bureau of Public Affairs, US State Department. <http://www.state.gov/secretary/former/powell/remarks/2002/13244.htm> (7 Jul. 2006).
- Shiklomanov, I. (1999). *World water resources at the beginning of the 21st century*. St. Petersburg: State Hydrological Institute <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/summary.html> (5 Jul. 2006).
- Simões, A., & Carvalho, A. (2004). Análise de SiteMat: Processo e resultados. In C. Alves, C. Morais, C. Martins, M. Pires & P. Barros (Orgs.), *XV Seminário de Investigação em Educação Matemática (XV SIEM 2004)*. Covilhã: Associação de Professores de Matemática. [www.prof2000.pt/users/folhalcino/ideias/publicadas/analise\\_sitemat.pdf](http://www.prof2000.pt/users/folhalcino/ideias/publicadas/analise_sitemat.pdf) (24 Mar. 2006).
- Sousa, J. (2005). Água e tecnologia - Sistema de informação geográfica. Pilar na gestão do saneamento básico da Quinta do Lago. *Água em Revista*. 1, 28-29. [http://www.qualidadeonline.com/revistas/revista\\_agua.pdf](http://www.qualidadeonline.com/revistas/revista_agua.pdf) (23 Ago. 2005).
- SPG Media (2004). *Greater Amman Water Supply Project, Jordan*. Industry Projects. Water Supply. [http://www.water-technology.net/projects/greater\\_amman](http://www.water-technology.net/projects/greater_amman) (2 Ago. 2006).
- Spradley, J. (1980). *Participant observation*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Sulabh International (2005). *Home*. <http://www.sulabhinternational.org> (7 Jul. 2006).
- Thomson Gale (2006). *International Cooperation*. Water Encyclopedia. <http://www.waterencyclopedia.com/Hy-La/International-Cooperation.html> (15 Ago. 2006).
- UN (2002). *Johannesburg Summit 2002 - World Summit on Sustainable Development: Key outcomes of the summit*. [www.un.org/jsummit/html/documents/summit\\_docs/2009\\_keyoutcomes\\_commitments.doc](http://www.un.org/jsummit/html/documents/summit_docs/2009_keyoutcomes_commitments.doc) (1 Jul. 2006).
- UN (2005a). *Agenda 21*. United Nations Conference on Environment and Development. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development. <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21toc.htm> (6 Jul. 2006).
- UN (2005b). *Plan of implementation of the World Summit on Sustainable Development*. [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/English/WSSD\\_PlanImpl.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf) (1 Jul. 2006).



- UN (2005c). *UN Millennium Development Goals - Home*. United Nations Department of Public Information. <http://www.un.org/millenniumgoals> (8 Jul. 2006).
- UN (2006a). *From water wars to bridges of cooperation: Exploring the peace-building potential of a shared resource*. 10 stories the world should hear more about. UN Web Services Section, Department of Public Information. [http://www.un.org/events/tenstories\\_2006/story.asp?storyID=2900](http://www.un.org/events/tenstories_2006/story.asp?storyID=2900) (15 Ago. 2006).
- UN (2006b). *International Decade for Action 'Water for Life', 2005-2015 - Home*. United Nations Department of Public Information. <http://www.un.org/waterforlifedecade> (8 Jul. 2006).
- UNCHS (2001). *Synthesis of national reports on the implementation of the Habitat Agenda in the Economic Commission for Europe (ECE) Region*. <http://www2.unhabitat.org/istanbul+5/ece.PDF> (6 Jul. 2006).
- UNCT Maldives (2005, 1 Jan.). Maldives Situation Report #06/2004. *ReliefWeb*. United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. <http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/AllDocsByUNID/4915ce29d1d3555449256f7d001ede9e> (15 Jul. 2006).
- UNDP (2006). *Energy and Environment*. What we do. <http://www.undp.org/energyandenvironment> (9 Jul. 2006).
- UNEP (1999). *Global Environment Outlook 2000*. Division of Environmental Information, Assessment and Early Warning. <http://www.grida.no/geo2000/index.htm> (4 Ago. 2006).
- UNEP (2005). *Global environment outlook year book 2004/5: An overview of our changing environment*. Nairobi: Division of Early Warning and Assessment. [http://www.unep.org/geo/pdfs/GEOYEARBOOK2004\(ENG\).pdf](http://www.unep.org/geo/pdfs/GEOYEARBOOK2004(ENG).pdf) (21 Jun. 2006).
- UNEP (2006a). *GEO Data Portal*. Global Environment Outlook. Division of Early Warning and Assessment & GRID-Europe. <http://geodata.grid.unep.ch> (7 Jul. 2006).
- UNEP (2006b). *Global environment outlook year book 2006: an overview of our changing environment*. Nairobi: Division of Early Warning and Assessment. [http://www.unep.org/geo/yearbook/yb2006/PDF/Complete\\_pdf\\_GYB\\_2006.pdf](http://www.unep.org/geo/yearbook/yb2006/PDF/Complete_pdf_GYB_2006.pdf) (23 Jun. 2006).
- UNESCO (2006a). *2005-2015: International Decade for Action 'Water for Life'*. Water Portal. UNESCO Natural Sciences. [http://www.unesco.org/water/water\\_celebrations/decades](http://www.unesco.org/water/water_celebrations/decades) (8 Jul. 2006).
- UNESCO (2006b). *PCCP: From Potential Conflict to Co-Operation Potential*. World Water Assessment Programme. UNESCO Natural Sciences. <http://www.unesco.org/water/wwap/pccp> (15 Nov. 2006).

- UNESCO (2006c). *Women and Water: Resources Supply And Use*. International Hydrological Programme. Water Portal. UNESCO Natural Sciences. [http://www.unesco.org/water/ihp/women\\_and\\_water.shtml](http://www.unesco.org/water/ihp/women_and_water.shtml) (25 Jul. 2006).
- UNESCO, WHO & UNEP (1996). *Water quality assessments – A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. 2<sup>nd</sup> ed. London: E&FN Spon. [http://www.who.int/entity/water\\_sanitation\\_health/resourcesquality/watqualassess.pdf](http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/resourcesquality/watqualassess.pdf) (14 Jul. 2006).
- UNICEF (2006a). *Children and water: Global statistics*. Water, environment and sanitation. [http://www.unicef.org/wes/index\\_31600.html](http://www.unicef.org/wes/index_31600.html) (7 Jul. 2006).
- UNICEF (2006b). *Water, Environment and Sanitation*. <http://www.unicef.org/wes> (7 Jul. 2006).
- US AID (2003). *Clean Water for People Initiative: US-Japan Initiative*. The Office of Electronic Information, Bureau of Public Affairs, US State Department. <http://www.state.gov/g/oes/rls/fs/2003/18965.htm> (7 Jul. 2006).
- USGS (2005). *Coastal change and glaciological maps of Antarctica*. Fact Sheet 2005-3055. <http://pubs.usgs.gov/fs/2005/3055/fs2005-3055.pdf> (9 Ago. 2006).
- Vidigal, L. (1996). *Os testemunhos orais na escola: História oral e projectos pedagógicos*. Porto: Edições ASA.
- Water For People (2006). *Home*. <http://www.waterforpeople.org> (7 Jul. 2006).
- WaterAid (2006). *Home*. <http://www.wateraid.org> (7 Jul. 2006).
- WCD (2000). *Dams and development - A new framework for decision-making*. The report of the World Commission on Dams. London: Earthscan Publications. <http://www.dams.org/report/contents.htm> (2 Ago. 2006).
- WCW (1999, 29 Nov.). *World's rivers in crisis. Some are dying; others could die*. Second World Water Forum. *Hoffman & Hoffman Worldwide*. <http://www.hoffmanpr.com/cgi-script/csArticles/articles/000001/000147.htm> (14 Ago. 2006).
- WEDO (2003). *Untapped connections: Gender, water and poverty*. New York. [http://www.wedo.org/files/untapped\\_eng.pdf](http://www.wedo.org/files/untapped_eng.pdf) (3 Jul. 2006).
- WHO (2004). *Guidelines for drinking-water quality*. 3th edition. Geneva: World Health Organization. [http://www.who.int/entity/water\\_sanitation\\_health/dwq/GDWQ2004web.pdf](http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf) (16 Jul. 2006).
- WHO (2005, 3 Jan.). *Situation report 6. South Asia tsunami situation reports. Health action in crises*. [http://www.who.int/hac/crises/international/asia\\_tsunami/sitrep/06/en](http://www.who.int/hac/crises/international/asia_tsunami/sitrep/06/en) (15 Jul. 2006).

- WHO (2006a). *Cholera*. Health topics. <http://www.who.int/topics/cholera/en> (16 Jul. 2006).
- WHO (2006b). *Malaria*. Health topics. <http://www.who.int/topics/malaria/en> (16 Jul. 2006).
- WHO (2006c). *Water, sanitation and hygiene links to health. Facts and figures updated November 2004*. Water Sanitation and Health, Publications on water, sanitation and health. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/en](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/en) (16 Jul. 2006).
- WHO/UNICEF JMP (2000). *Global water supply and sanitation assessment 2000 report*. [http://www.who.int/entity/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmp2000.pdf](http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/monitoring/jmp2000.pdf) (7 Jul. 2006).
- WHO/UNICEF JMP (2004). *Meeting the MDG drinking water and sanitation target: A midterm assessment of progress*. World Health Organization & United Nations Children's Fund. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmp04.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp04.pdf) (5 Jul. 2006).
- WMO (2006). *World Hydrological Cycle Observing System (WHYCOS)*. <http://www.whycos.org> (23 Jul. 2006).
- Wong, A., Bindoff, N., & Church, J. (1999). Large-scale freshening of intermediate waters in the Pacific and Indian Oceans. *Nature*, 400, 440-443. [http://www.nature.com/nature/journal/v400/n6743/abs/400440a0\\_fs.html](http://www.nature.com/nature/journal/v400/n6743/abs/400440a0_fs.html) (9 Ago. 2006).
- World Bank (2003, 4 Jun.). World Bank loan to support water management in water-scarce Yemen. News release n° 2003/392/MNA. Washington. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/MENAEXT/YEMENEXTN/0,,contentMDK:20114364~menuPK:310184~pagePK:141137~piPK:141127~theSitePK:310165,00.html> (2 Ago. 2006).
- WPFWI (2003). *Financing water for all*. Report of the World Panel on Financing Water Infrastructure. World Water Council and Global Water Partnership. [http://www.gwpforum.org/gwp/library/FinPanRep\\_MainRep.pdf](http://www.gwpforum.org/gwp/library/FinPanRep_MainRep.pdf) (1 Jul. 2006).
- WSP-AF (2002). *The National Water and Sanitation Programme in South Africa: Turning the 'right of water' into reality*. Nairobi: World Bank. [http://www.wsp.org/publications/af\\_bg\\_sa.pdf](http://www.wsp.org/publications/af_bg_sa.pdf) (1 Jul. 2006).
- WSSCC (2000). *Vision 21: A shared vision for hygiene, sanitation and water supply and a framework for action*. Geneva: Water Supply and Sanitation Collaborative Council and World Health Organization. <http://www.watermonitoringalliance.net/fileadmin/wma/documents/vision21.pdf> (7 Jul. 2006).
- WSSCC (2006). *Home*. <http://www.wash-cc.org> (10 Jul. 2006).
- WWAP (2006). *Home*. UNESCO Natural Sciences. <http://www.unesco.org/water/wwap> (10 Jul. 2006).

- WWC (2000). *World Water Vision - Making water everybody's business*. London: Earthscan Publications. <http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=961&L> (7 Jul. 2006).
- WWC (2006a). *Water crisis*. Water at a glance. <http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=25> (13 Ago. 2006).
- WWC (2006b). *Water and nature*. Water at a glance. <http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=21> (13 Ago. 2006).
- WWF (2000). *Ministerial declaration of The Hague on water security in the 21st century*. Second World Water Forum. <http://www.waternunc.com/gb/secwwf12.htm> (14 Ago. 2006).
- Xinhuanet (2005, 24 Nov.). China pledges to minimize impact of river pollution on Russia. *Xinhua News Agency*. [http://news.xinhuanet.com/english/2005-11/24/content\\_3832843.htm](http://news.xinhuanet.com/english/2005-11/24/content_3832843.htm) (21 Jul. 2006).

## **ANEXO 1 - SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE SANEAMENTO ADEQUADOS PARA TODAS AS PESSOAS**

O número de pessoas sem acesso a abastecimento de água e a saneamento ainda é muito elevado. As Nações Unidas e outras instituições continuam a elaborar programas de intervenção para fornecer, o mais rapidamente possível, serviços de abastecimento de água e saneamento adequados para todas as pessoas. Destaca-se de seguida algumas instituições e iniciativas neste âmbito que já favoreceram milhões de pessoas em dezenas de países:

- ◆ A iniciativa VISION 21, criada em 1997 pelo Conselho para Abastecimento de Água e Saneamento (Water Supply and Sanitation Collaborative Council), para se ultrapassar a crise mundial da água através de uma nova Visão em relação à água, saneamento e higiene no século XXI. Segundo esta Visão, em 2025, todas as pessoas viverão num ambiente limpo e saudável, conhecerão a importância da higiene, terão acesso a saneamento adequado e a uma quantidade suficiente de água potável para as suas necessidades (entre 20 e 40 L/dia). Para isto acontecer, a VISION 21 promove a educação em higiene e a participação activa dos cidadãos e das comunidades locais na gestão dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento (Damme, 1999; WSSCC, 2000);
- ◆ A iniciativa World Water Vision (Long Term Vision for Water, Life, and Environment in the 21st Century), elaborada pelo Conselho Mundial da Água (World Water Council) surgiu no Primeiro Fórum Mundial da Água, realizado em Marraquexe, em 1997, para se ultrapassar a crise mundial da água através de uma nova Visão em relação à gestão dos recursos hídricos no século XXI. Esta iniciativa inclui a VISION 21, referida anteriormente, e a sua Visão completa-se com o acesso de todas as pessoas a alimentos (aumentando a produção por unidade de água utilizada) e com a utilização da água de um modo sustentável, de acordo com planos de gestão dos recursos hídricos que mantenham a integridade dos ecossistemas, a quantidade e a qualidade da água. As primeiras estratégias, resultantes de um processo de consulta aos cidadãos e a várias organizações, realizado em simultâneo com a iniciativa VISION 21, foram apresentadas no Segundo Fórum Mundial da Água, realizado em Haia, em 2000. Na fase seguinte (From Vision to Action), prepararam-se planos de acção para alcançar a Visão a nível local e regional. A World Water Vision é constituída por vários sectores - Water for People (VISION 21), Water for Food and Rural Development, Water and Nature, Water in Rivers, Water and Sovereignty, Interbasin Water Transfer, Water for Tourism and Recreation e Water, Education, and Training (WWC, 2000);

- ◆ O programa das Nações Unidas denominado World Water Assessment Programme, criado no seguimento do Segundo Fórum Mundial da Água, cujo objectivo principal é o desenvolvimento de capacidades e práticas de gestão integrada, regulação e monitorização dos recursos hídricos globais de água doce, de modo a permitir o seu uso sustentável (WWAP, 2006);
- ◆ Os Objectivos de Desenvolvimento do Milénio, nomeadamente o sétimo objectivo (garantir a sustentabilidade ambiental) e a respectiva meta 10 (reduzir para metade, até 2015, a proporção de pessoas sem acesso adequado a água potável), que resultaram da Declaração do Milénio elaborada na Cimeira do Milénio de Nova Iorque, realizada em 2000 (IPAD, 2004; ONU, 2001a; ONU, 2001b; UN, 2005c);
- ◆ O Plano de Implementação da Cimeira Mundial do Desenvolvimento Sustentável de Joanesburgo, realizada em 2002, nomeadamente os objectivos relacionados com a gestão integrada dos recursos hídricos e com a redução para metade, até 2015, da proporção de pessoas sem acesso adequado a água potável (reafirmando o respectivo Objectivo de Desenvolvimento do Milénio) e a saneamento (UN, 2002; UN, 2005b);
- ◆ A iniciativa no domínio da água, desenvolvida pela União Europeia desde 2002, que pretende promover a gestão integrada dos recursos hídricos e atingir os objectivos da Cimeira Mundial do Desenvolvimento Sustentável de Joanesburgo para a água potável e o saneamento, principalmente em África, América Latina e Ásia Central - Comunidade dos Estados Independentes. Para isso, criou-se um Fundo da Água da União Europeia, com um orçamento de mil milhões de euros. (IPAD, 2004; COM, 2003, 23 Abr.);
- ◆ A Clean Water for People Initiative, desenvolvida em conjunto pelos EUA e Japão desde 2002, para fornecer água potável e saneamento adequado às pessoas mais pobres (Secretary Colin L. Powell, 2002, 4 Set.; US AID, 2003);
- ◆ O Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas, nomeadamente as iniciativas sobre Energia e Ambiente, que têm como objectivo a troca de conhecimentos, experiências e recursos entre países, de modo a promover o desenvolvimento sustentável e melhorar as condições de vida das pessoas (UNDP, 2006);
- ◆ Os vários programas da UNICEF, cujas iniciativas têm como objectivo promover práticas de higiene e melhorar as condições de abastecimento de água e de saneamento em escolas e comunidades (UNICEF, 2006b);
- ◆ A Década Internacional para a Acção “Water For Life”, 2005-2015, lançada pelas Nações Unidas em 22 de Março de 2005, cujo principal objectivo é garantir a implementação dos programas relacionados com a água e o saneamento, de modo a cumprir os respectivos compromissos internacionais (UN, 2006b; UNESCO, 2006a);

- ◆ A organização Water Supply & Sanitation Collaborative Council, que através de um mandato das Nações Unidas, desenvolveu o projecto WASH (Water, Sanitation and hygiene) que promove o acesso a água potável, saneamento e higiene para todas as pessoas, nomeadamente as mais pobres (WSSCC, 2006);
- ◆ A organização não governamental WaterAid, criada em Inglaterra no âmbito da Década Internacional de Água Potável e Saneamento, cujas iniciativas têm como objectivo promover o acesso a água potável, saneamento e higiene para as pessoas mais pobres (WaterAid, 2006);
- ◆ A organização Water For People, criada em 1991 nos EUA, cujas iniciativas têm como objectivo o fornecimento e desenvolvimento de sistemas de abastecimento de água e de saneamento adequados nos países em desenvolvimento (Water For People, 2006);
- ◆ A organização Clean Water Action, criada em 1972 nos EUA, que defende o acesso a água potável a um preço acessível, a protecção dos recursos hídricos contra a poluição, a criação de empregos amigos do ambiente e a participação democrática das pessoas na protecção do ambiente, da saúde e da qualidade de vida (Clean Water Action, 2006);
- ◆ A organização Campaign for Safe and Affordable Drinking Water, uma aliança entre cerca de 300 organizações dos EUA, cujas iniciativas têm como objectivo proteger a qualidade da água para consumo humano através da educação para a defesa das origens da água (CSADW, 2006);
- ◆ A organização não governamental Sulabh International que teve um papel importante para tornar o saneamento economicamente acessível na Índia e para melhorar substancialmente a qualidade ambiental nos bairros degradados rurais e urbanos. A solução da Sulabh é uma sanita de baixo custo, com descarga de água para uma fossa séptica. A descarga apenas precisa de 2 litros de água, contra os 10 usados por outras sanitas, e o sistema nunca está fora de serviço porque há duas fossas, o que permite utilizar uma enquanto a outra está a ser limpa. Também pode ser ligada facilmente a uma sistema de esgotos. Desde 1970, foram construídas milhares destas sanitas em casas particulares e em casas de banho públicas pagas, dotadas de guarda que fornece sabão para lavar as mãos, 24 horas por dia. As casas de banho públicas incluem instalações para banho e lavagem de roupa e oferecem serviços gratuitos a crianças, deficientes e pessoas pobres. A Sulabh forma pessoas locais para construírem mais latrinas, e ajudaram a instalar e manter casas de banho comunitárias pagas, em bairros de lata e noutras áreas (Sulabh International, 2005).



## ANEXO 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DO CONCELHO DE TORRES NOVAS

A água utilizada no concelho de Torres Novas tem dois tipos de origem:

- ◆ Subterrânea - a água provém de aquíferos, sendo captada em furos e poços do concelho a uma profundidade média de 161 m;
- ◆ Superficial - a água provém do rio Zêzere, sendo captada na torre de captação da albufeira de Castelo de Bode, pertencente à EPAL<sup>42</sup>.

No concelho de Torres Novas existem 11 sistemas de abastecimento de água, num total de 15 sistemas e subsistemas (um dos sistemas está dividido em 5 subsistemas), criados de acordo com o local de origem da água. Estes sistemas de abastecimento são constituídos por (ver Tabela A2.1.):

- ◆ 21 captações subterrâneas em funcionamento (19 furos e 2 poços);
- ◆ 17 postos de cloragem em funcionamento;
- ◆ 24 reservatórios em funcionamento;
- ◆ 19 estações elevatórias em funcionamento, situadas em condutas adutoras, constituídas por electrobombas (conjunto de um motor e de uma bomba);
- ◆ Cerca de 336 km de condutas adutoras e de redes de abastecimento.

Nas captações subterrâneas, a água é retirada dos aquíferos recorrendo a uma electrobomba, instalada no interior do furo ou do poço. Esta electrobomba pode ser considerada uma estação elevatória situada numa captação, pois bombeia (eleva) a água desde a sua origem para o reservatório ou para a rede de abastecimento.

Antes de chegar ao reservatório e à rede de abastecimento, a água passa por um posto de cloragem, onde é tratada (desinfectada) com uma solução aquosa de hipoclorito de sódio, que é injectada na conduta adutora através de uma bomba doseadora. Esta solução aquosa é preparada num tanque ou bidão, misturando água com uma solução aquosa de hipoclorito de sódio a 15% de cloro livre, de modo a que este esteja presente na água que chega às torneiras dos

---

<sup>42</sup> A EPAL (Empresa Portuguesa das Águas Livres) é uma empresa do grupo Águas de Portugal, responsável pelo maior serviço de produção e distribuição de água em Portugal, abastecendo cerca de 2,6 milhões de pessoas, situadas em 26 concelhos da margem norte do rio Tejo, incluindo Lisboa. O sistema de abastecimento da EPAL divide-se em três subsistemas, sendo o subsistema de Castelo de Bode responsável pelo fornecimento de água a vários concelhos, incluindo o de Torres Novas (desde 1993). Este subsistema é constituído pela torre de captação na albufeira de Castelo de Bode, pela estação de tratamento de água da Asseiceira, pelo adutor de Castelo de Bode, que transporta a água até Vila Franca de Xira, e por outras infra-estruturas de elevação, armazenamento e transporte de água (EPAL, 2006).



consumidores (cloro residual). A sua concentração não deve ser elevada, para que a água seja adequada ao consumo humano, e não deve ser baixa, para que possa prevenir a contaminação biológica da água e garantir a sua potabilidade. A qualidade da água captada nos furos e nos poços (captações subterrâneas) não justifica outro tipo de tratamento, já que a água dos aquíferos, explorados no concelho de Torres Novas, não se encontra poluída e está sujeita a um processo natural de tratamento (filtração em areia e decomposição da matéria orgânica por microrganismos), que ocorre durante o percurso da água no solo.

A água é transportada, para o reservatório e para a rede de abastecimento, através de condutas adutoras. Estas podem ser de dois tipos, de acordo com o modo como a água é transportada:

- ◆ Gravíticas - quando a água é transportada por acção da força de gravidade, dos locais mais altos para os locais mais baixos, sem qualquer gasto de energia eléctrica;
- ◆ Elevatórias - quando a água é transportada por bombagem, que ocorre numa estação elevatória, dos locais mais baixos para os locais mais altos.

Também podem ser condutas adutoras distribuidoras quando, ao longo do seu percurso, distribuem a água por outras condutas que fazem parte da rede de abastecimento.

Através da diferença entre a quantidade de água fornecida e a quantidade facturada, sabe-se que há cerca de 45% de “perdas” nas redes de abastecimento do concelho de Torres Novas, devido a:

- ◆ Fugas em roturas, nomeadamente nos troços mais antigos;
- ◆ Furtos de água em ramais sem contadores;
- ◆ Rega das zonas públicas;
- ◆ Utilização da água pelos Bombeiros, cujo quartel não possui contador;
- ◆ Utilização da água nas bocas-de-incêndio.

**Tabela A2.1. Identificação dos constituintes dos sistemas de abastecimento do concelho de Torres Novas.**

<b>Sistemas</b>	<b>Captações</b>	<b>Postos de Cloragem</b>	<b>Reservatórios</b>	<b>Estações Elevatórias</b>
<b>Brogueira</b>	Furos da Brogueira e de Parceiros da Igreja	Brogueira e Parceiros da Igreja	Brogueira e Parceiros da Igreja	
<b>Casal João Dias</b>	Furo do Casal João Dias	Casal João Dias	Casal João Dias	Casal João Dias
<b>EPAL/ETA da Asseiceira: Subsistema de Árgea</b>			Lamarosa	
<b>EPAL/ETA da Asseiceira: Subsistema de Fungalvaz</b>				
<b>EPAL/ETA da Asseiceira: Subsistema de Moreiras Grandes</b>			Moreiras Grandes	
<b>EPAL/ETA da Asseiceira: Subsistema de Outeiro Grande</b>			Outeiro Grande	
<b>EPAL/ETA da Asseiceira: Subsistema de Paço</b>			Paço	
<b>Mata</b>	Furo do Alvorão	Alvorão	Rendufas	Alvorão
<b>Meia Via</b>	Furo do Fazendeiro	Fazendeiro	Meia Via	Fazendeiro, Charneca da Meia Via e Meia Via/EPAL
<b>Pé de Cão (particular)</b>	Poço de Pé de Cão (particular)	Pé de Cão	Pé de Cão (particular)	
<b>Pedrógão</b>	Furos novo e velho do Pedrógão, furos novo e velho de Adofreire, furo das Miras (particular)	Pedrógão, Adofreire (novo e velho) e Miras	Adofreire e Alqueidão	Miras

> Continua

<b>Sistemas</b>	<b>Captações</b>	<b>Postos de Cloragem</b>	<b>Reservatórios</b>	<b>Estações Elevatórias</b>
<b>Riachos</b>	Furos do Campo e da Quinta do Melo	Quinta do Melo	Quinta de Carvalhais e Quinta do Melo	Quinta do Melo (Qta. do Melo/Broqueira; Qta. do Melo/Qta. de Carvalhais)
<b>Torres Novas</b>	Furos do Vale e da Zona Industrial	Vale e Zona Industrial	Babalhau, Cândido dos Reis, Cerejal, Lapas, Tufeiras e Valhelhas	Babalhau, Cândido dos Reis (Cândido dos Reis/Babalhau; Cândido dos Reis/Tufeiras), Cerejal, Ribeiras, Terras Pretas e Tufeiras (Tufeiras/Lapas; Tufeiras/Valhelhas)
<b>Vale da Serra (particular)</b>	Furos do Casal da Capela, Casal do Freixo e Casal do Raposo (particulares)	Casal da Capela, Casal do Freixo e Casal do Raposo	Casal da Capela, Casal do Freixo e Casal do Raposo (particulares)	Casal da Capela, Casal do Freixo e Casal do Raposo (particulares)
<b>Zibreira</b>	Furo e poço da Zibreira	Zibreira	Zibreira	

NOTA: O sistema EPAL/ETA da Asseiceira está dividido em 5 subsistemas porque a água que estes fornecem tem a mesma origem, sendo captada na torre de captação da albufeira de Castelo de Bode. A EPAL é responsável pela captação, tratamento e transporte da água até à adutora de Casal do Grilo/Torres Novas (sistemas de Meia Via e de Torres Novas) e até aos reservatórios do sistema EPAL/ETA da Asseiceira. Deste modo, os reservatórios de Meia Via e de Torres Novas armazenam uma mistura da água retirada do rio Zêzere e de aquíferos. Os sistemas de abastecimento particulares de Pé de Cão e de Vale da Serra são geridos pelas respectivas Comissões de Moradores, enquanto que a Câmara Municipal de Torres Novas é responsável apenas pelo tratamento e controlo da qualidade da água.

## **ANEXO 3 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DO CONCELHO DE TORRES NOVAS**

No concelho de Torres Novas existe um sistema de drenagem que está dividido em 10 subsistemas, criados de acordo com o local onde as águas residuais são tratadas. Este sistema de drenagem é constituído por (ver Tabela A3.1.):

- ◆ Redes de drenagem;
- ◆ 20 estações elevatórias de águas residuais em funcionamento;
- ◆ Emissários;
- ◆ 6 ETAR em funcionamento (todas as ETAR do concelho são por lagunagem, excepto a ETAR de Fungalvaz que é por lamas activadas);
- ◆ 11 fossas sépticas colectivas em funcionamento.

As águas residuais são recolhidas, através das redes de drenagem, e transportadas para as ETAR ou fossas sépticas, através dos emissários. Durante este percurso, podem existir estações elevatórias de águas residuais, que permitem o transporte das águas residuais por bombagem (elevação), para locais situados a altitudes superiores. Normalmente, uma estação elevatória de águas residuais é constituída pelos seguintes equipamentos:

- ◆ Desarenador para remoção das areias, que podem danificar as electrobombas;
- ◆ Grades (grelha), tamizador ou cesto-filtro para remoção dos sólidos de maiores dimensões, que podem danificar as electrobombas;
- ◆ Poço de bombagem para armazenar as águas residuais antes de serem bombadas;
- ◆ Electrobombas, constituídas por um motor e uma bomba submersíveis, instaladas no interior do poço de bombagem, para bombear (evar) as águas residuais para zonas situadas a uma altitude superior;
- ◆ Bóias ou sensor de ultrasons para controlar o funcionamento das electrobombas, de acordo com o nível das águas residuais no interior do poço de bombagem;
- ◆ Chaminés e/ou um exaustor para remoção dos gases, produzidos pelos microrganismos durante a decomposição da matéria orgânica.

As águas residuais tratadas nas ETAR são descarregadas em ribeiras, que desagüam no rio Almonda (bacia de drenagem do rio Tejo) ou no rio Nabão (bacia de drenagem do rio Zêzere), no caso da ETAR de Fungalvaz, cumprindo a respectiva licença de descarga. Parte da água tratada é utilizada para rega nas ETAR de Torres Novas e dos Riachos. Em algumas zonas do concelho de Torres Novas, onde residem cerca de 6% (2.104 habitantes) da população total (36.908 habitantes), as águas residuais são recolhidas pelas redes de drenagem e descarregadas em ribeiras sem qualquer tipo de tratamento. Esta situação acontece porque ainda não existe

um emissário ligado a uma ETAR e porque as habitações deixam de estar ligadas a fossas sépticas quando se ligam à rede de drenagem.

Em 2005, produziram-se cerca de 3.213.000 m<sup>3</sup> de águas residuais:

- ◆ Águas residuais domésticas – 1.365.000 m<sup>3</sup> (3.740 m<sup>3</sup>/dia);
- ◆ Águas residuais industriais – 1.848.000 m<sup>3</sup> (5.063 m<sup>3</sup>/dia).

A quantidade de águas residuais tratadas em ETAR em 2005 foi cerca de 3.014.170 m<sup>3</sup>, o que corresponde a cerca de 94% das águas residuais produzidas:

- ◆ Águas residuais domésticas (85% de tratamento) – 1.166.170 m<sup>3</sup> (3.195 m<sup>3</sup>/dia);
- ◆ Águas residuais industriais (100% de tratamento) – 1.848.000 m<sup>3</sup> (5.063 m<sup>3</sup>/dia).

**Tabela A3.1. Identificação dos constituintes dos subsistemas de drenagem do concelho de Torres Novas.**

<b>Subsistemas</b>	<b>Estações Elevatórias</b>	<b>ETAR</b>	<b>Fossas Sépticas</b>
<b>Alcorochel</b>			Uma fossa séptica com leito percolador
<b>Brogueira</b>	Brogueira (ETAR)	Brogueira	Uma fossa séptica com poço absorvente
<b>Chancelaria</b>			
<b>Fungalvaz</b>	Fungalvaz (ETAR)	Fungalvaz	Três fossas sépticas (duas com poço absorvente e uma com leito percolador)
<b>Lamarosa</b>			Uma fossa séptica com poço absorvente
<b>Lapas/Ribeira</b>	EE 1 e EE 2 das Lapas, EE 1 e EE 2 das Ribeiras, EE 1 e EE 2 do Casal da Pinheira	Lapas/Ribeira	Cinco fossas sépticas (quatro com poço absorvente e uma com trincheiras infiltrantes)
<b>Parceiros da Igreja</b>			
<b>Rexaldia</b>		Rexaldia	
<b>Riachos</b>	Quinta do Melo (EE 1), Zona Industrial (EE 2), Unital (EE 3), Benção do Gado (EE 4) e Meia Via (EE 5)	Riachos	
<b>Torres Novas</b>	Matadouro (EE 1), Meziões (EE 2), Nicho dos Riachos (EE 3), Centro de Saúde (EE 4), Vale (EE 5), Hospital (EE 6) e Quinta do Mato (EE 7)	Torres Novas	

## **ANEXO 4 - CURRÍCULO NACIONAL DO ENSINO BÁSICO: COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS E ORIENTAÇÕES CURRICULARES DE CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS**

Apresenta-se de seguida excertos dos documentos “Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais” (ME, 2001b) e “Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico” (ME, 2001a), cujos conteúdos estão relacionados com a água.

### **A4.1. COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS**

**Contributo das Ciências Físicas e Naturais para o desenvolvimento das competências gerais** (ME, 2001b, p. 130)

Realça-se aqui como estas [as Ciências Físicas e Naturais] contribuem para o desenvolvimento das competências gerais, apresentando, a título exemplificativo, um projecto sobre o estudo da água que toma um carácter interdisciplinar nos diferentes ciclos de escolaridade.

Os alunos podem envolver-se no projecto “A água no meu concelho”, abordando diferentes vertentes: proveniência da água; a água como suporte de vida; consumo per capita e evolução do consumo num período de tempo; necessidades locais da água em termos de utilização e tratamento; importância dos cursos de água para o progresso do concelho (perspectivas histórica, médica e social); histórias populares, lendas, poemas, monumentos (sentidos histórico e estético); poluição hídrica, consequências para a saúde e vida das populações, intervenção individual e comunitária para a prevenção e solução de problemas detectados; do concelho ao mundo (ligação a outras civilizações, questões religiosas e outros hábitos; perspectiva global em termos de passado, de presente e de futuro). O desenrolar do projecto, nas suas diferentes fases e perspectivas, interliga-se com as competências gerais, salientando-se o seguinte:

- Mobilização e utilização de saberes científicos – exploração conceptual e processual de aspectos físicos, químicos, geológicos e biológicos, ambientes naturais e formas de vida que deles dependem; considerar, por ex., as cadeias alimentares num rio, numa lagoa, efeitos sistémicos de poluentes (derrames, pesticidas, fertilizantes) nessas cadeias, preservação dos lençóis freáticos;
- Mobilização e utilização de saberes tecnológicos – tratamento da água: processos físicos e químicos, casos especiais de tratamento de água (como em hemodiálise), transporte de água, mecanismos de rentabilização em casa, na agricultura, na jardinagem e na indústria;
- Mobilização e utilização de saberes sociais e culturais (questionamento da realidade envolvente numa perspectiva ampla), assim como os do senso comum (as histórias locais, as metáforas, as concepções populares) – na apreciação da água como um bem comum e como um recurso extremamente valioso;

- Pesquisa, selecção e organização de informação de modo a compreender as diferentes vertentes da situação problemática (recurso a múltiplas fontes de informação – jornais, livros, inscrições locais em monumentos, habitantes da região, responsáveis autárquicos, internet); apresentação dos resultados, mobilizando conhecimentos da língua portuguesa, das línguas estrangeiras (na consulta de fontes noutras línguas, num possível intercâmbio com alunos de escolas de outros países), e de outras áreas do saber, nomeadamente da geografia, da história, da matemática e das áreas de expressão artística, recorrendo às tecnologias;
- Adopção de metodologias personalizadas de trabalho e de aprendizagem, assim como na cooperação com outros, visando a participação nas diferentes fases das tarefas (individualmente e em grupo), desde a definição dos sub-problemas até à comunicação;
- Resolução dos problemas e tomadas de decisão para uma intervenção individual e comunitária, conducente à gestão sustentável da água (regras individuais em casa e na escola, relativamente ao consumo e à manutenção da qualidade da água); adopção de hábitos de vida saudáveis (higiene e lazer; prevenção da poluição e não utilização de águas contaminadas para consumo e agricultura) e de responsabilização quanto à segurança individual e comunitária (normas de segurança nas praias e nas piscinas; avaliação da contribuição individual e dos outros para a qualidade da água e do ambiente).

Ao participar num projecto como este, o aluno tem ocasião para desenvolver princípios e valores como o respeito pelo saber e pelos outros, pelo património natural e cultural, conducente à consciencialização ecológica e social, à construção da sua própria identidade e à intervenção cívica de forma responsável, solidária e crítica.

## **Sustentabilidade na Terra**

### **1.º ciclo (ME, 2001b, p. 141)**

- Reconhecimento da utilização dos recursos nas diversas actividades humanas.
- Reconhecimento que os desequilíbrios podem levar ao esgotamento dos recursos, à extinção das espécies e à destruição do ambiente.

### **2.º ciclo (ME, 2001b, p. 142)**

- Compreensão de como a intervenção humana na Terra pode afectar a qualidade da água, do solo e do ar, com implicações para a vida das pessoas.
- Discussão da necessidade de utilização dos recursos hídricos e geológicos de uma forma sustentável.
- Identificação de medidas a tomar para a exploração sustentável dos recursos.
- Planificação e implementação de acções visando a protecção do ambiente, a preservação do património e o equilíbrio entre a natureza e a sociedade.

Sugere-se que os professores envolvam os alunos em tarefas como a análise de processos industriais, quer de purificação de águas (visitas a estações de tratamento), quer ligados à alimentação (visita a fábricas de produtos alimentares). Os alunos têm ocasião de efectuar actividades experimentais sobre as características dos diferentes solos e sobre as propriedades físicas e químicas da água da sua região. Os alunos poderão analisar informação sobre a existência de pedreiras e minas, discutindo o impacto na região. Discussão de questões e problemas relativos à importância das zonas verdes e da sua preservação constitui outro aspecto a explorar.

### **3.º ciclo (ME, 2001b, p. 143)**

Nesta temática, considerando as orientações curriculares para o 3.º ciclo, os alunos poderão investigar o tratamento que é dado aos recursos na sua região e, nomeadamente, os problemas sociais emergentes do tratamento dos materiais residuais. Sugere-se a realização de actividades experimentais de vários tipos:

(i) investigativas, partindo de uma questão ou problema, avaliando as soluções encontradas; (ii) ilustrativas de leis científicas; (iii) aquisição de técnicas. Divulgar, na sua região ou cidade, as consequências possíveis para as gerações vindouras do uso indiscriminado dos recursos existentes na Terra, é outra actividade. Os alunos poderão intervir localmente com o fim de consciencializar as pessoas para a necessidade de actuar na protecção do ambiente e da preservação do património e do equilíbrio entre natureza e sociedade. No que diz respeito a actividades de pesquisa e discussão sobre os custos, benefícios e riscos de determinadas situações, bem como sobre questões de desenvolvimento sustentável atingido em determinadas regiões, sugere-se que os professores de Ciências Naturais, de Ciências Físico-Químicas e de Geografia planifiquem, em conjunto, actividades para os seus alunos: por exemplo, problemas relativos à utilização da água ou da energia, ao tratamento de lixo, à limpeza de cursos de água, à preservação dos espaços naturais, à melhoria da qualidade do ar. A constituição de um grupo de discussão na Internet entre alunos de diferentes países possibilita a comunicação dos resultados obtidos.

## **A4.2. ORIENTAÇÕES CURRICULARES DE CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS**

### **Terra em Transformação**

#### **Ciências Físico-Químicas > Materiais > Constituição do mundo material (ME, 2001a, p. 16)**

É importante discutir que materiais que já foram usados na sua forma natural – como é o caso da água existente na natureza – hoje em dia frequentemente têm de ser sujeitos a processos físicos e químicos de tratamento, para garantir graus de pureza ou potabilidade adequada aos seus usos.

#### **Ciências Físico-Químicas > Materiais > Transformações físicas e transformações químicas (ME, 2001a, p. 17)**

Para o estudo das transformações físicas sugere-se a realização de experiências centradas nas mudanças de estado físico da água. (...)

Os alunos devem ainda ser alertados, através de exemplos, para o comportamento excepcional da água e para a sua importância na vida.



## **Ciências Físico-Químicas > Energia > Transferências de energia (ME, 2001a, p. 18)**

Para compreenderem que a energia é uma propriedade dos sistemas e as transferências de energia de um sistema para outro, os alunos podem analisar montagens experimentais (...) ou situações do dia-a-dia (como empurrar um objecto, tirar água de um poço [furo ou reservatório], (...)). Os conceitos de energia potencial e de energia cinética devem ser introduzidos.

## **Sustentabilidade na Terra**

### **Ciências Físico-Químicas > Reacções químicas > Tipos de reacções químicas (ME, 2001a, p. 24)**

Questionar os alunos acerca da solubilidade de diferentes substâncias em água. Incentivá-los a pesquisar as propriedades da água existente em diferentes regiões do país, a dureza da água em diversas amostras e métodos usados para diminuir a dureza da água de consumo.

### **Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais > Gestão sustentável dos recursos (ME, 2001a, p. 26)**

A abordagem desta temática pode ter como linhas norteadoras as três grandes questões propostas: “Quais são as consequências para a Terra da utilização desregrada dos recursos naturais?”, “Quais são as consequências das aplicações científicas e tecnológicas para a Terra?” e “Como poderemos contribuir para a sustentabilidade da Terra?”.

O trabalho pode desenvolver-se na disciplina de Ciências Naturais e na de Ciências Físico-Químicas em articulação ou ser abordada de forma transdisciplinar com a intervenção das disciplinas de História, Geografia, Português, entre outras. Pode também ser desenvolvido na Área de Projecto, constituindo ocasião para os alunos realizarem actividades de pesquisa.

### **Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais > Recursos naturais – Utilização e consequências (ME, 2001a, p. 27)**

O estudo da utilização dos recursos naturais, energéticos, hídricos, biológicos e respectivas consequências, poderá ser feito mediante a realização de trabalhos de projecto, em grupo, no seio da disciplina. Deverá ser realçada a utilização de recursos como a água e o petróleo. Desde os tempos mais recuados a água assume um papel fundamental no desenvolvimento das populações; a abordagem a este tema poderá ser feita com recurso a actividades experimentais, análise de documentos previamente seleccionados pelo professor, pesquisa de informação e discussão. É importante realçar a importância da água na alimentação, na higiene, na produção de energia, na agricultura, na indústria... Recomenda-se que nesta temática os alunos compreendam a existência de diferentes tipos de águas e a relação com a sua utilização para fins diversos. Os alunos poderão, mediante a análise de informação que conste, por exemplo, em tabelas e gráficos, identificar semelhanças e diferenças, nomeadamente relativas à presença de iões, entre a “água da torneira” e outras águas. A comparação da composição química de diferentes “águas minerais” poderá levar à distinção entre águas de nascente, água mineral, água termal e água medicinal.

Pode ainda ser efectuado um levantamento sobre: consumo médio diário de água por pessoa, fonte de abastecimento do meio local, necessidades locais, tratamento da água antes de chegar à torneira. A leitura de gráficos e/ou tabelas relativos aos valores médios dos gastos de água para uso industrial, agrícola e doméstico, à percentagem de água consumida em relação aos recursos existentes, e à evolução do consumo mundial de água por ano, poderá também incentivar os alunos a não desperdiçar este bem propondo e implementando na sua casa e na escola acções conducentes a evitar o seu desperdício. Em conformidade, sugere-se a análise da Carta Europeia da Água, bem como de outros documentos de legislação efectuado um levantamento sobre: consumo médio diário de água por pessoa, fonte de abastecimento do meio local, necessidades locais, tratamento da água antes de chegar à torneira. A leitura de gráficos e/ou tabelas relativas aos valores médios dos gastos de água para uso internacional e nacional, discutindo o seu incumprimento e a divulgação dos seus resultados na comunidade educativa.

#### **Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais > Protecção e conservação da natureza** (ME, 2001a, p. 28)

As visitas de estudo a ETAR poderão proporcionar aos alunos o contacto directo com diferentes processos (físicos, químicos e biológicos) pelos quais é possível o tratamento de águas proveniente dos esgotos, de actividades industriais, domésticas e agrícolas, entre outras, por forma a ser obtida água de novo potável.

Com estas, ou outras actividades, pretende-se mobilizar os alunos para a importância da reciclagem dos resíduos (lixo, água, papel, lata, entre outros) e sensibilizá-los para a necessidade de preservar e economizar os recursos naturais.

(...)

Tendo presente a necessidade de extrair, transformar e utilizar os recursos naturais e as vantagens e inconvenientes associados a estas acções, os alunos terão ocasião de pensar e sugerir propostas relativas a uma gestão racional dos recursos, comparando-as posteriormente com documentos actuais sobre este assunto (por exemplo o protocolo de Quioto, assinado a 11 de Dezembro de 1997). Debater a polémica centrada em torno deste protocolo (discutido em Haia nos meses de Março e Abril de 2001).

#### **Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais > Riscos das inovações científicas e tecnológicas para o indivíduo, a sociedade e o ambiente** (ME, 2001a, p. 28)

A este nível sugere-se a discussão de problemáticas reais, como por ex. acidentes em centrais nucleares, o lançamento para a atmosfera de fumos provenientes de queimas, a adição de chumbo à gasolina, o lançamento de resíduos industriais para os rios. Estas problemáticas poderão constituir oportunidades para discussão sobre questões de natureza social e ética que permitam aos alunos momentos de reflexão a propósito dos prós e contras de algumas inovações científicas para o indivíduo, para a sociedade e para o ambiente.

**Ciências Naturais > Ecossistemas > Fluxo de energia e ciclo de matéria (ME, 2001a, p. 24)**

No que diz respeito aos ciclos de matéria, não se pretende analisar os vários ciclos biogeoquímicos, mas realçar a existência nas comunidades de grupos de seres vivos com actividades, de certa forma, complementares (produtores, consumidores e decompositores), que possibilitam uma reciclagem permanente da matéria. No caso dos alunos já conhecerem as mudanças de estado da água (constitui um conteúdo programático de Ciências Físico-Químicas, relacionado com as transformações físicas), terão facilidade em interpretar um esquema simplificado do ciclo da água, a título exemplificativo dos ciclos biogeoquímicos.

## ANEXO 5 - NOTÍCIA DE DIVULGAÇÃO DO *SITE* DA DAS/CMTN

### "NAVEGUE NO *SITE* OFICIAL DA DIVISÃO DE ÁGUAS E SANEAMENTO"

O dia mundial da água (22 de Março) foi escolhido para o lançamento na Internet do *site* oficial da Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas, com o endereço [www.cm-torresnovas.pt/das](http://www.cm-torresnovas.pt/das).

Explore este *site* e conheça o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas, desde a captação, tratamento e distribuição da água de abastecimento, até à recolha, tratamento e devolução das águas residuais no meio ambiente.

Conheça ainda o ciclo urbano da água noutros concelhos de Portugal, a história da água, o ciclo natural da água, como poupar água, jogos, animações, imagens, bandas desenhadas, livros e actividades que poderão ser realizadas por professores e alunos.

Os conteúdos estão divididos em quatro temas principais: Abastecimento de Água; Águas Residuais; Águas em Portugal e Águas Divertidas.

Este *site* foi elaborado por Nelson Correia, professor na Escola Básica de Torres Novas, no âmbito de um mestrado em Engenharia Sanitária aplicada ao ensino, com a colaboração dos responsáveis pela Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas.

Pretende-se que o *site* se mantenha actualizado, que forneça cada vez mais conteúdos e que divulgue as actividades realizadas nas escolas, cujo tema central seja a água. Assim, agradecemos a contribuição de todos os munícipes e membros da comunidade escolar para o enriquecimento do *site*.

No dia 28 de Março, haverá uma apresentação do *site* da Divisão de Águas e Saneamento da Câmara Municipal de Torres Novas, na Escola Básica de Torres Novas, pelas 11 h, com a presença dos responsáveis pelo Sector de Águas (Eng. Mourão) e pelo Sector de Saneamento (Eng. Maia), no âmbito das actividades da Semana da Escola.

Nelson Alves Correia

## **ANEXO 6 - ACTIVIDADES DA SEMANA DA ESCOLA**

### **Dia 28 de Março**

9:30 – Sessão Solene de Abertura

10:30 – Hastear da Bandeira Verde da Eco-Escola

11:00 – “O Ciclo Urbano da Água no Concelho de Torres Novas” (7º e 8º anos) - Dr. Nelson Correia

11:00 – “9ºAno ... e depois?” (9ºAno) – Divulgação de Cursos das Escolas Profissionais da Região.

13:30 – Exposição de Viaturas Militares – EPSM do Entroncamento

13:30 – Insufláveis – Centro de Ocupação Juvenil

15:10 – Jogo do Inglês – “Play and show what you now”

15:10 – Palestra – Drª Maria Barroso (9º ano)

### **Dia 29 de Março**

8:30 – Ateliers/ laboratórios/ exposições/ jogos/ visitas/ feiras

8:30/10:20 – Concerto – Choral Phydellius (2º Ciclo)

10:30 – Teatro “Ensalada” de Gil Vicente (3º Ciclo)

15:00 – Conferência “Falar sobre Educação – Currículos Emergentes” (Docentes) - Dr. Joaquim Marujo

18:30 – Lanche/Convívio

### **Dia 30 de Março**

8:30 – Ateliers/ laboratórios/ exposições/ jogos/ visitas/ feiras

8:45 – Torneio de Voleibol – Super-turmas (Taça Luís Figo)

9:15 – Palestra “Investigação em Cancro: uma perspectiva pessoal” (9º ano) - Bióloga Rita Fragoso

9:15 – Visitas guiadas (Igreja da Misericórdia e Castelo) (7º e 8ºº anos) - Dr. Paulo Renato

11:30 – À Conversa com a Escritora Isabel Mendonça Soares (5º e 6º anos)

15:00 – Jogo do Pétanque

20:30 – Encontro com Pais - Orientado pelas professoras Eulália Tadeu e Luiza Leite

## ANEXO 7 - QUESTIONÁRIO SOBRE A QUALIDADE DO SITE

Critérios	Atributos	S	N
<b>Usabilidade</b>	O aspecto gráfico é atractivo		
	O aspecto gráfico é simples		
	O aspecto gráfico é original		
	As cores utilizadas são adequadas		
	As posições dos menus de navegação são adequadas		
	Os <i>links</i> internos estão bem organizados		
	Os <i>links</i> internos de navegação são suficientes		
	A navegação é simples		
	Nunca apresenta falhas de navegação		
	A cor do texto permite uma leitura fácil, contrastando com o fundo		
	O tamanho das letras é adequado		
	O espaçamento entre linhas é adequado		
	Os títulos e cabeçalhos explicitam claramente o conteúdo		
	As zonas de página estão bem visíveis		
	O número de páginas é adequado		
	A localização das áreas temáticas é memorizada facilmente		
	O tempo de carregamento das páginas é rápido		
	O carregamento de gráficos e imagens é rápido		
<b>Conteúdos</b> (Informação)	Possuem originalidade		
	São interactivos		
	Promovem no utilizador a vontade de visitar novamente o <i>site</i>		
	Têm qualidade e são úteis		
	Estão bem agrupados em temas		
	A quantidade é adequada		
	O uso de meios multimédia reforça a compreensão dos textos		
	Os textos estão bem construídos		
	A linguagem utilizada é adequada		
	Descrevem claramente os serviços da DAS		
	Permitem adquirir noções sobre o ciclo urbano da água		
	Permitem adquirir noções sobre o tratamento de águas de abastecimento		
	Permitem adquirir noções sobre o tratamento de águas residuais		
	Permitem adquirir noções sobre o controlo de qualidade da água		
	Permitem adquirir noções sobre a importância da água e o seu uso		
	Permitem adquirir noções relacionadas com os conteúdos das disciplinas de CN e CFQ		
	Permitem adquirir noções relacionadas com os conteúdos de outras disciplinas ou áreas disciplinares		
	Permitem a realização de trabalhos para as disciplinas de CN e CFQ		
	Permitem a realização de trabalhos para outras disciplinas		
	São uma boa ferramenta de trabalho escolar para alunos		
	São uma boa ferramenta de trabalho escolar para professores		
	São importantes para a população em geral do concelho		
	São importantes para a população em geral doutros concelhos		

<b>Dúvidas sobre a navegação (localização dos conteúdos no <i>site</i>)?</b>
<b>Erros detectados na navegação (<i>links</i> que não funcionam)?</b>
<b>Dúvidas sobre os conteúdos do <i>site</i>?</b>
<b>Erros detectados nos conteúdos do <i>site</i>?</b>
<b>Outras dúvidas ou erros detectados?</b>
<b>Tema/subtema do <i>site</i> com mais tempo de consulta?</b>
<b>O que gostei mais no <i>site</i>?</b>
<b>O que gostei menos no <i>site</i>?</b>
<b>Comentários e sugestões?</b>

## ANEXO 8 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS ALUNOS

### 1º PERÍODO

NOTAS	DISCIPLINAS												
	LP	Ing	Fr	Hist	Geo	Mat	CN	CFQ	EV	EF	EMRC	EA	AP
<b>Positivas</b>	20	16	19	19	20	13	23	19	22	24	11	24	24
<b>Negativas</b>	4	8	5	5	4	11	1	5	2	--	--	--	--
<b>Positivas (%)</b>	83	67	79	79	83	54	96	79	92	100	100	100	100
<b>Níveis 2</b>	4	8	5	5	4	11	1	5	2	--	--	--	--
<b>Níveis 3</b>	16	6	16	10	16	10	7	13	14	15	--	17	20
<b>Níveis 4</b>	4	8	2	7	2	3	13	6	8	9	8	7	4
<b>Níveis 5</b>	--	2	1	2	2	--	3	--	--	--	3	--	--

### 2º PERÍODO

NOTAS	DISCIPLINAS												
	LP	Ing	Fr	Hist	Geo	Mat	CN	CFQ	EV	EF	EMRC	EA	AP
<b>Positivas</b>	17	18	16	20	21	9	21	21	24	24	11	24	20
<b>Negativas</b>	7	6	8	4	3	15	3	3	--	--	--	--	4
<b>Positivas (%)</b>	71	75	67	83	88	38	88	88	100	100	100	100	83
<b>Níveis 2</b>	7	6	8	4	3	15	3	3	--	--	--	--	4
<b>Níveis 3</b>	14	8	12	12	17	7	6	16	13	8	--	14	10
<b>Níveis 4</b>	3	6	2	5	4	1	12	4	7	14	11	10	10
<b>Níveis 5</b>	--	4	2	3	--	1	3	1	4	2	--	--	--



## ANEXO 9 - PROJECTOS DE CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS

### TEMA: GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS – A ÁGUA

#### 1. Os Ciclos Natural e Urbano da Água

GRUPO: \_\_\_\_\_

#### 2. O Uso Eficiente da Água: Como Poupar Água

GRUPO: \_\_\_\_\_

#### 3. A EPAL e a ETA da Asseiceira

GRUPO: \_\_\_\_\_

#### 4. O Controlo de Qualidade da Água de Abastecimento

GRUPO: \_\_\_\_\_

#### 5. As ETAR do Concelho de Torres Novas

GRUPO: \_\_\_\_\_

#### 6. O Ciclo Urbano da Água em \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

#### 7. O Ciclo Urbano da Água em \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

#### 8. O Ciclo Urbano da Água em \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

☺ AGORA É SÓ ESCOLHERES !! ☺

### 1. Os Ciclos Natural e Urbano da Água

- a) Descrever o ciclo natural da água e o ciclo urbano da água.
- b) Analisar a Carta Europeia da Água e a Directiva-quadro da Água, referindo a importância da água para o Homem e para os outros seres vivos, bem como a situação global da água na Europa.
- c) Analisar o DL nº 236/98 e identificar a existência de diferentes tipos de águas, consoante a sua utilização para fins diversos, sujeitas a critérios de qualidade diferentes.
- d) Indicar como é que evoluiu o conhecimento científico e tecnológico relacionado com este projecto, bem como as suas consequências para os indivíduos, a sociedade e o ambiente

(O CUA foi sempre assim?; Como surgiu a CEA e a DQA? Porquê?; O DL nº 236/98 foi o 1º e já foi alterado?)

### 2. O Uso Eficiente da Água: Como Poupar Água

- a) Identificar várias medidas para o uso eficiente da água ao nível dos sistemas de abastecimento, do interior e exterior das habitações.
- b) Indicar algumas maneiras de poupar água no dia-a-dia e referir quanta água se perde por dia com uma torneira mal fechada e noutras situações do dia-a-dia.
- c) Descrever a campanha publicitária “Água. Usando bem, mais gente tem” e propor/implementar em casa e na escola acções conducentes à poupança de água.
- d) Indicar como é que evoluiu o conhecimento científico e tecnológico relacionado com este projecto, bem como as suas consequências para os indivíduos, a sociedade e o ambiente

(O UEA foi sempre uma preocupação?; As medidas para poupar água foram sempre iguais?; Ainda existe algo a melhorar?)

### 3. A EPAL e a ETA da Asseiceira

- a) Identificar os sistemas de abastecimento do concelho e respectivos reservatórios que recebem água da EPAL (se possível, através do mapa do concelho).
- b) Referir qual a quantidade de água que é comprada à EPAL, em cada sistema de abastecimento (apresentar os dados através de um gráfico).
- c) Descrever o processo de tratamento da água na ETA da Asseiceira.
- d) Indicar como é que evoluiu o conhecimento científico e tecnológico relacionado com este projecto, bem como as suas consequências para os indivíduos, a sociedade e o ambiente

(Quando começou o abastecimento da EPAL?; Como era antes?; Ainda existe algo a melhorar?)

#### **4. O Controlo de Qualidade da Água de Abastecimento**

- a) Identificar e explicar as várias etapas do controlo de qualidade da água para consumo humano.
- b) Comentar o resultado de uma análise de água e a informação relacionada que consta nos DL nº 243/2001 (água para consumo humano) e DL nº 236/98 (águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano); Identificar algumas propriedades e substâncias químicas que são analisadas na água para consumo humano.
- c) Referir algumas características que a água pode apresentar quando sai da torneira e qual o seu significado (cor branca, sabor a cloro, pH, dureza, entre outras).
- d) Indicar como é que evoluiu o conhecimento científico e tecnológico relacionado com este projecto, bem como as suas consequências para os indivíduos, a sociedade e o ambiente (A qualidade da água foi sempre controlada do mesmo modo?; Como era antes de 2001?; Ainda existe algo a melhorar?)

#### **5. As ETAR do Concelho de Torres Novas**

- a) Indicar quais são as ETAR do concelho e a sua localização (por ex., através de um mapa).
- b) Comparar as ETAR, analisando as suas plantas e as suas características.
- c) Referir e comparar as etapas de tratamento.
- d) Indicar como é que evoluiu o conhecimento científico e tecnológico relacionado com este projecto, bem como as suas consequências para os indivíduos, a sociedade e o ambiente (As ETAR existem desde quando?; Como eram tratadas as águas residuais antigamente?; Ainda existe algo a melhorar?)

#### **6. O Ciclo Urbano da Água em \_\_\_\_\_**

- a) Escolher uma zona de uma localidade (por ex., a tua casa) e descrever o ciclo urbano da água que passa por essa zona, desde a sua captação até à devolução ao meio ambiente, elaborando um esquema global do ciclo urbano da água.
- b) Identificar as instalações/equipamentos e descrever resumidamente como é feito o tratamento da água de abastecimento e das águas residuais.
- c) Referir a evolução, ao longo dos últimos anos, do consumo anual e do consumo médio diário de água por pessoa (capitação média) e tentar identificar as necessidades locais de água para uso industrial e/ou agrícola. (apresentar os dados através de gráficos)
- d) Indicar como é que evoluiu o conhecimento científico e tecnológico relacionado com este projecto, bem como as suas consequências para os indivíduos, a sociedade e o ambiente (Este CUA existe desde quando?; Como era antigamente?; Ainda existe algo a melhorar?)

NOTA: não é necessário descrever todo o sistema de abastecimento ou de drenagem da localidade.

### ✓ Pesquisa

Durante a pesquisa, o aluno deve apresentar:

- ✓ Mapas de conceitos / resumos do *site*, do livro adoptado ou de livros do professor;
- ✓ Pelo menos 2 pág. A4 com os mapas / resumos anteriores;
- ✓ Mapas de conceitos / resumos de outros livros, jornais, revistas e enciclopédias;
- ✓ Pelo menos 2 pág. A4 com os mapas / resumos anteriores;
- ✓ Endereços de *sites* e respectiva descrição do conteúdo (cada elemento do grupo deve apresentar *sites* diferentes).

Nota da pesquisa:

Se o aluno cumprir cada um dos requisitos anteriores terá nota 5. Por cada requisito não cumprido desconta-se um ponto na nota.

### ✓ Artigo

O artigo escrito deve cumprir os seguintes requisitos:

- ✓ Não ultrapassar 4 pág. A4;
- ✓ Apresentar os conteúdos principais de acordo com as orientações para o projecto;
- ✓ Não possuir erros gramaticais e científicos;
- ✓ Incluir imagens, gráficos e tabelas legendados;
- ✓ Possuir bibliografia.

Nota do artigo:

Se o artigo cumprir cada um dos requisitos anteriores terá nota 5. Por cada requisito não cumprido desconta-se um ponto na nota. Se o artigo não for entregue dentro do prazo, será descontado 0,5 na nota, por cada aula de atraso.

### ✓ Poster

O poster deve cumprir os seguintes requisitos:

- ✓ Aspecto visual agradável;
- ✓ Mais imagens/gráficos e pouco texto;
- ✓ Texto e imagens/gráficos visíveis a cerca de 2 m;
- ✓ Apresentar os conteúdos principais de acordo com as orientações para o projecto;
- ✓ Não possuir erros gramaticais e científicos.

#### Nota do poster:

Se o poster cumprir cada um dos requisitos anteriores terá nota 5. Por cada requisito não cumprido desconta-se um ponto na nota. Se o poster não for entregue dentro do prazo, será descontado 0,5 na nota, por cada aula de atraso.

### ✓ **Apresentação**

Os conteúdos do projecto devem ser divididos pelos elementos do grupo, de modo a que cada aluno possa apresentar oralmente a parte do projecto que lhe compete, durante cerca de 10 min. Os conteúdos devem ser divulgados:

- ✓ Com um tom de voz perceptível;
- ✓ Sem recorrer à leitura;
- ✓ De uma forma organizada;
- ✓ Utilizando recursos multimédia (por ex., o *site* da DAS/CMTN e *slides* em PowerPoint);
- ✓ Cumprindo as orientações para o projecto.

#### Nota da apresentação:

Se o aluno cumprir cada um dos requisitos anteriores terá nota 5. Por cada requisito não cumprido desconta-se um ponto na nota.

### ✓ **Atitudes Sociais**

Uma atitude correcta, para com os colegas e o professor, é indispensável para a realização de um projecto com qualidade. Assim, cada aluno deve:

- ✓ Ser assíduo e pontual;
- ✓ Estar atento;
- ✓ Respeitar as opiniões ou decisões do Professor e dos colegas;
- ✓ Não perturbar o professor e não distrair os colegas;
- ✓ Realizar com interesse as tarefas relacionadas com o projecto;
- ✓ Ajudar os colegas;
- ✓ Trazer o material necessário para a aula, incluindo a caderneta;

#### Nota das atitudes sociais:

Por cada atitude social incorrecta desconta-se 0,5 na nota, a qual começa por ser 5.

## **Atitudes Científicas**

Cada aluno deve desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em Ciência, tais como:

- ✓ Curiosidade - O aluno deve referir que descobriu ou fez algo de interessante relacionado com o tema. Na apresentação do projecto deve referir curiosidades ou conteúdos interessantes que não estavam previstos;
- ✓ Reformulação do trabalho - O aluno deve aceitar e corrigir os erros, por exemplo, entregando um trabalho melhorado após a correcção do primeiro pelo professor;
- ✓ Reflexão crítica - O aluno deve preencher o "Plano Individual de Trabalho" e o registo de "Avaliação do Projecto" escrevendo as suas opiniões pessoais sobre o tema e o trabalho de projecto;
- ✓ Sentido ético e estético - O aluno deve referir o que mais gostou sobre o tema (em termos dos fenómenos físicos, químicos e naturais) e qual a importância do tema para a sociedade e o ambiente (avaliando o respectivo impacto da Ciência).

### Nota das atitudes científicas:

Cada atitude científica corresponde a um ponto, excepto a "reflexão crítica" que vale dois pontos, num total de 5.

## **Nota do Projecto**

Nota do Projecto = (Pesquisa + Artigo + Poster + Apresentação + Atit. Sociais + Atit. Científicas) / 6

Esta nota conta com um peso de 25% para a nota final do período das disciplinas de Ciências Naturais e de Ciências Físico-Químicas.

## ANEXO 10 - PLANO INDIVIDUAL DE TRABALHO

PLANO INDIVIDUAL DE TRABALHO	
Nome: _____ Nº _____ Ano: ____ Turma: ____	
Data	O que vou fazer / O que fiz / Dúvidas / Sugestões

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS ADQUIRIDAS (marcar com um X)	
Reconhecimento de que a intervenção humana na Terra, ao nível da exploração, transformação, utilização e gestão sustentável dos recursos, é necessária e exige conhecimento científico e tecnológico em diferentes áreas.	
Reconhecimento de situações de desenvolvimento sustentável em diversas regiões.	
Reconhecimento que a intervenção humana na Terra afecta os indivíduos, a sociedade e o ambiente e que coloca questões de natureza social e ética.	
Compreensão das consequências (custos, benefícios e riscos) que o progresso científico e tecnológico e a utilização dos recursos existentes na Terra tem para os indivíduos, a sociedade e o ambiente.	
Compreensão da importância do conhecimento científico e tecnológico para a rentabilização dos recursos e a sustentabilidade da vida na Terra.	
Reconhecimento da necessidade de tratamento de materiais residuais, para evitar a sua acumulação, considerando as dimensões económicas, ambientais, políticas e éticas.	

## ANEXO 11 - AVALIAÇÃO DO PROJECTO

AVALIAÇÃO DO PROJECTO						
<b>Tema do Projecto:</b> _____ <b>Início:</b> ____/____/____ <b>Fim:</b> ____/____/____ <b>Apresentação:</b> ____/____/____ <b>Elementos do Grupo:</b> _____						
<b>O que fiz / apresentei</b>						
<b>O que aprendi / O que gostei</b>						
<b>Dificuldades...</b>						
(O que não aprendi... / O que não gostei...)						
...na Pesquisa:						
...no Artigo/Poster:						
...na Apresentação:						
Outras dificuldades:						
<b>Participação de cada elemento do grupo...</b>						
(Auto-avaliação e hetero-avaliação: Muito Boa; Boa; Suf.; Insuf.; Fraca)						
Nome	...na Pesquisa:	...no Artigo/Poster:	...na Apresentação:			
<b>Ideias para melhorar o próximo projecto:</b>						
<b>Sugestões do professor:</b>						
<b>NOTAS</b>						
Pesquisa	Artigo	Poster	Apresentação	Atit. Científicas	Atit. Sociais	<b>Média</b>



## ANEXO 12 - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

<b>Sobre o ciclo urbano da água...</b>		
Descreve resumidamente o que é o ciclo urbano da água.		
Quando ouviste/leste pela primeira vez alguma informação sobre este tema?		
Consideras importante que este tema seja abordado nas disciplinas de CN e CFQ? Porquê?		
Indica qual é a origem da água que bebes em tua casa e onde/como é tratada.		
Explica como é realizado o controlo de qualidade da água que bebes.		
Indica para onde vão as águas residuais (esgotos) da tua casa e onde/como são tratadas.		
Indica o número e a localização das ETAR que existem no concelho de Torres Novas.		
Costumas preocupar-te com a poupança de água em casa e na Escola?		
<b>Sobre a utilização do computador e da Internet...</b>	<b>S</b>	<b>N</b>
Tens computador em casa?		
Tens Internet em casa?		
Tens dificuldades em utilizar a Internet?		
Costumas utilizar a Internet na Escola?		
Costumas recolher informações na Internet para estudares ou realizares trabalhos?		
Achas útil a existência de um <i>site</i> com informações sobre o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas e materiais pedagógicos sobre a água?		
Que tipo de <i>sites</i> gostas mais?		
<b>Sobre a realização de projectos...</b>	<b>S</b>	<b>N</b>
Costumas realizar estes tipos de projectos noutras disciplinas?		
Achas que estes projectos devem ser realizados? Porquê?		
Achas que estes projectos devem valer muito para a nota da disciplina?		
Que outros tipos de projectos/actividades gostavas de realizar?		

## ANEXO 13 - QUESTIONÁRIO FINAL

<b>Questionário Sobre o Ciclo Urbano da Água</b>	
<b>Nome:</b> _____	<b>Localidade:</b> _____
Descreve o que é o ciclo urbano da água, indicando o nome de várias instalações e equipamentos utilizados nesse ciclo.	
Explica qual é a importância da EPAL para o concelho de Torres Novas, referindo o nome e a função da ETA que serve o concelho de Torres Novas.	
Indica qual é a origem da água que bebes em tua casa e onde/como é tratada.	
Explica como é realizado o controlo de qualidade da água que bebes.	
Indica para onde vão as águas residuais (esgotos) da tua casa e onde são tratadas.	
Indica o número e a localização das ETAR que existem no concelho de Torres Novas.	
Refere como é que nas ETAR do concelho se consegue remover o excesso de matéria orgânica dissolvida na água, sem utilizar produtos químicos.	
Indica o que costumavas fazer para poupar água.	

## ANEXO 14 - GUIÃO DA ENTREVISTA AOS ALUNOS

1. O *site* tem sido útil para o projecto?
2. O que já pesquisaste e que informação retiraste do site?
3. Tiveste dificuldade em encontrar e utilizar as informações? Como foram resolvidas essas dificuldades?
4. O que gostaste mais?
5. Qual a tua opinião sobre a ideia de construir um *site* com informação detalhada sobre o ciclo urbano da água no concelho de Torres Novas e com uma compilação do que há em Portugal, na Internet, sobre este tema.
6. O projecto está a correr bem em termos do funcionamento do grupo?
7. O tema escolhido é interessante, fácil ou difícil?
8. Qual a importância do tema para a sociedade e o ambiente?
9. Qual a tua opinião sobre este tipo de trabalho de projecto?

## ANEXO 15 - RESULTADO DA AVALIAÇÃO DOS PROJECTOS

Aluno	NOTAS						
	Pesquisa	Artigo	Poster	Apresentação	Atit. Cien.	Atit. Soc.	TOTAL
1	4	4,3	4	2,8	2,8	5	3,8
2	4	2,2	3,1	3,5	3,3	5	3,5
3	2	2,2	3,1	3,8	4,3	4,5	3,3
4	4	3,3	3,1	2,5	2	4,5	3,2
5	4	1,8	2	2,4	1,8	3	2,5
6	2	3,5	2,7	4	3,5	4	3,3
7	1	3,5	2,7	3	2,7	3	2,7
8	2	2,2	3,1	3	2,5	4	2,8
9	1	4	3,5	2,8	1,6	2	2,5
10	1	3,3	3,1	2,5	1,4	3,5	2,5
11	1	3,8	2,2	2,6	1,4	3,5	2,4
12	1	2,3	2,7	3	2,4	4	2,6
13	4	1,8	2	2,8	2,1	3	2,6
14	1	3,8	2,2	3	3,2	3	2,7
15	5	3,1	2,2	3,5	3,2	5	3,7
16	5	4,3	4	4,6	4	5	4,5
17	1,5	4	3,5	1,1	1	0,5	1,9
18	1	3,3	3,1	4	3,6	1,5	2,8
19	4	2,5	2,2	0	0	4,5	2,2
20	2	1,8	2	2	1,8	2,5	2,0
21	4	4	3,5	3	2,7	5	3,7
22	4	2,3	2,7	2	1,4	4,5	2,8
23	1	3,5	2,7	1,6	1,3	4,5	2,4
24	2	4,3	4	3,2	2,4	3,5	3,2
Média	2,6	3,1	2,9	2,8	2,4	3,7	2,9
Mínimo	1,0	1,8	2,0	0	0	0,5	1,9
Máximo	5,0	4,3	4,0	4,6	4,3	5,0	4,5